

REVISTA TIEMPO ECONÓMICO

UAM, Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias Sociales y Humanidades
Vol. XIII, No. 38, Primer Cuatrimestre de 2018

Sumario

Presentación	5
Análisis sobre la trascendencia en la enseñanza de la teoría de elección racional sobre las decisiones de consumo de los estudiantes de Economía de la UAM Azcapotzalco	7
Jorge Alberto Nájera Salmerón Nely Guerrero Martínez	
Estrategia de fijación de precios para un conjunto de bienes complementarios	25
Manuel Castillo Soto María Guadalupe García Salazar	
Uso de softwares estadísticos/económicos como herramientas en la investigación económica y administrativa	49
Armando Reyes Robles Fernando Guadalupe Gaona Montiel Juan Mendoza Pérez	
Análisis de la economía mexicana a través de la Función de Producción Cobb-Douglas: un estudio para el periodo 1998-2013	67
Faustino Vega Miranda	

PRESENTACIÓN

“Las matemáticas poseen no sólo la verdad, sino cierta belleza suprema. Una belleza fría y austera, como la de una escultura”.

BERTRAND RUSSELL

En esta ocasión *Tiempo Económico* tiene el honor de presentar cuatro artículos sobre temas micro teóricos y empíricos que nos permiten sumar elementos para entender la realidad de nuestra vida económica y social.

El artículo *“Análisis sobre la trascendencia en la enseñanza de la teoría de elección racional sobre las decisiones de consumo de los estudiantes de Economía de la UAM Azcapotzalco”* de Jorge Alberto Nájera Salmerón y Nely Guerrero Martínez, tiene como principal objetivo dar a conocer el comportamiento de las decisiones de consumo de los estudiantes de la Licenciatura en Economía, y con base en los postulados de la economía conductual y el método experimental realiza un análisis sobre los efectos visibles de la enseñanza de la teoría de la elección racional sobre dichas decisiones de consumo.

Por su parte, Manuel Castillo Soto y María Guadalupe García Salazar presentan *“Estrategia de fijación de precios para un conjunto de bienes complementarios”* que analiza la fijación de precios en combo para que el consumidor adquiera bienes complementarios a un solo precio. Para el modelo utilizan el concepto de “contabilidad mental” y el análisis en la correlación de las preferencias, donde lo más factible es que ésta no exista para que se beneficien empresas y consumidores.

Posteriormente, Armando Reyes Robles, Fernando Guadalupe Gaona Montiel y Juan Mendoza Pérez nos presentan *“Uso de softwares estadísticos/económicos, como herramienta en la investigación económica y administrativa”* que resalta la descripción de los avances que han tenido los principales softwares utilizados en la investigación de las ciencias sociales; la innovación reside en la facilidad de manejo para los investigadores, así como un mejor cálculo para modelos de autocorrelación ARCH, GARCH y ARIMA, Regresión Beta, Bootstrapping, entre otros.

Finalmente *“Análisis de la economía mexicana a través de la Función de Producción Cobb Douglas: Un estudio para el periodo 1998-2013”* de Faustino Vega Miranda el cual

determina el tipo de rendimientos a escala que existe en México, mediante el análisis de las funciones de producción neoclásicas modeladas con la técnica econométrica Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para datos tipo panel, en la estimación se emplea información de los censos económicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y los resultados son consistentes con la literatura teórica y se demuestra que en el país se mantienen procesos productivos intensivos en el factor trabajo.

Lic. Elizabeth González Vázquez
Directora de la revista Tiempo Económico

ANÁLISIS SOBRE LA TRASCENDENCIA EN LA ENSEÑANZA DE LA TEORÍA DE ELECCIÓN RACIONAL SOBRE LAS DECISIONES DE CONSUMO DE LOS ESTUDIANTES DE ECONOMÍA DE LA UAM AZCAPOTZALCO

Jorge Alberto Nájera Salmerón*
Nely Guerrero Martínez**

(Recibido: 10-octubre-2017 – Aceptado: 17-enero-2018)

Resumen

El siguiente trabajo de investigación tiene como principal objetivo conocer el comportamiento de las decisiones de consumo de los estudiantes de la licenciatura en economía, y con base en los postulados de la economía conductual y el método experimental realiza un análisis sobre los efectos visibles de la enseñanza de la teoría de la elección racional sobre dichas decisiones de consumo. De la mano con lo anterior, se busca proponer acciones que faciliten la comprensión en la toma de decisiones y que esto permita resolver en gran medida los problemas de racionalidad que puedan presentar en la práctica de la profesión de economista.

Palabras clave: Economía conductual, Economía experimental, sesgos cognitivos, heurística, Teoría de la elección racional

Clasificación JEL: A12, I21

**Analysis on the transcendence in the teaching of the rational choice theory
on the decisions of consumption of economy students of UAM Azcapotzalco**

Abstract

The following research work has as main objective to know the behavior of the consumption decisions of the students of the degree in economics, and based on the postulates of behavioral economics and the experimental method, to make an analysis about the visible effects of the teaching the

* Estudiante de Economía de tiempo completo en la UAM Azcapotzalco. Correo electrónico: jans_101194@hotmail.com

** Estudiante de Economía de tiempo completo en la UAM Azcapotzalco. Correo electrónico: nelyguemart22@gmail.com

theory of rational choice about these consumption decisions. Hand in hand with the above, seeks to propose actions that facilitate understanding in decision making and that this allows to resolve largely the problems of rationality that may arise in the practice of the profession of economist.

Keywords: Behavioral economics, Experimental economics, cognitive biases, heuristics, Theory of rational choice

JEL Classification: A12, I21

Introducción

En términos generales, un economista es un profesional llamado a hacer racional la toma de decisiones y a contribuir al bienestar de la sociedad. Por lo que la correcta formación de los economistas beneficia de manera conjunta a la sociedad y a las empresas, haciendo más eficientes los procesos de la producción y logrando beneficiar a la mayor cantidad de personas posibles. Sin embargo, muchos profesionales de la economía –llamados comúnmente como economistas ortodoxos– raramente pueden llegar a comprender porque un economista quería estudiar un fenómeno fuera de la teoría neoclásica, teniendo la idea errónea de que esta teoría es aquella que ofrece el único enfoque viable para resolver los problemas económicos.

El siguiente trabajo de investigación tiene como principal objetivo analizar el comportamiento de las decisiones de consumo de los estudiantes de la licenciatura en economía, y con base en los postulados de la economía conductual y el método experimental realiza un análisis sobre los efectos visibles de la enseñanza de la teoría de la elección racional sobre dichas decisiones de consumo.

Se hará uso de algunos experimentos que den base empírica a la investigación, ya que permitirán evaluar cuantitativa y cualitativamente el comportamiento de los estudiantes de la carrera de economía en la UAM Azcapotzalco. Finalmente, se detallarán y explicarán los resultados para hacer un análisis posterior sobre la influencia que ha tenido la teoría de la elección racional y su aplicación en los individuos a los cuales se les instruye constantemente en la carrera de economía.

El motivo por el cual se plantea hacer dicho análisis es brindar una nueva perspectiva sobre la enseñanza de la teoría microeconómica, debido a la limitante que tienen los estudiantes de economía cuando se les enseña reiteradamente que todas las personas son racionales en el momento de adquirir sus bienes de consumo, como lo plantea la teoría del consumidor, sin tener en mente las fallas inherentes a la racionalidad de los individuos, de manera que el conocimiento de los postulados de la economía conductual podrían mejorar la forma de percibir los fenómenos económicos de una manera más cercana a la realidad. De la mano con lo anterior, se busca proponer acciones que faciliten la comprensión en la toma de decisiones y que esto permita resolver en gran medida los problemas de racionalidad que puedan presentar en la práctica de la profesión de economista.

1. La Economía y la Psicología para el análisis económico: La Economía Conductual

De acuerdo con Viale en su texto *Las nuevas economías* (2008), la economía conductual nace como la respuesta a los sesgos y vacíos que ha dejado a lado el análisis económico de la teoría neoclásica. En ella se consideran los procesos económicos como manifestaciones de la conducta humana, y estos se analizan desde el punto de vista de la psicología moderna. La investigación de estos fenómenos, como lo son el gasto, el ahorro, las inversiones, la determinación de los precios o el volumen de la producción, está orientada a relacionar estas con el estudio de otras actividades humanas semejantes: como la enseñanza, el pensamiento, el voto o las buenas relaciones entre los individuos, las cuales se encuentran condicionadas plenamente por el medio ambiente, ya que los seres humanos no somos autómatas que pensamos y racionalizamos todas las decisiones que nos involucran.

De acuerdo Herbert Simon en su libro *La Organización Administrativa* (1982), se hace mención del tema de la **racionalidad objetiva** la cual, de acuerdo al autor, necesariamente implica que el sujeto estructure todo su comportamiento a un modelo integrado por:

- a) La visión de las alternativas de comportamiento, previa a la decisión, de una manera panorámica;
- b) La consideración del complejo total de consecuencias que seguirá a cada elección;
- c) La elección, como el sistema de valores como criterio, de una entre toda la serie de alternativas.

Menciona que el comportamiento real, incluso el que se considera como ordinario y “racional”, posee muchos elementos de incoherencia que no se hallan presentes en el cuadro idealizado de la teoría de la elección racional. Cada parte del modelo queda integrada con las demás, gracias a su orientación hacia una finalidad común; pero estas finalidades varían de cuando en cuando con las variaciones del conocimiento y de la atención y se mantienen juntas, solo en una ligera medida, por algún criterio superior de elección. En pocas palabras, se pudiera afirmar que el comportamiento revela “segmentos” o partes de racionalidad; y este mismo demuestra una forma de organización racional diferente dentro de cada segmento; pero que los segmentos mismos no poseen conexiones muy fuertes entre sí. Por lo cual, el comportamiento real no alcanza la racionalidad objetiva, al menos dentro de las siguientes características que el mismo plantea:

- a) La racionalidad exige un conocimiento y una anticipación completa de las consecuencias que seguirán a cada elección. En realidad, el conocimiento de las consecuencias es siempre fragmentario.

- b) Dado que estas consecuencias pertenecen al futuro, la imaginación debe suplir la falta de experiencia al asignarles valores. Pero solo es posible anticipar de manera imperfecta los valores.
- c) La racionalidad exige una elección entre todos los posibles comportamientos alternativos. En el comportamiento real sólo se nos ocurren unas pocas de estas posibles alternativas.

Una de las limitantes más importantes que la racionalidad exige es un conocimiento completo e inalcanzable de las consecuencias exactas de cada elección. En la realidad empírica, el ser humano sólo tiene un conocimiento fragmentario de las condiciones que rodean a su acción y una ligera percepción de las regularidades y de las leyes que le permitirán deducir las consecuencias futuras a partir del conocimiento de las circunstancias presentes.

10 Sin embargo, el mismo Herbert admite que el ser humano se esfuerza por alcanzar la racionalidad, pero se ve restringido dentro de los límites de sus propios conocimientos, que sin embargo este ha logrado desarrollar algunos procedimientos de trabajo con los que supera parcialmente esta dificultad. Estos procedimientos estriban en dar por sentado que es capaz de aislar del resto del mundo un sistema cerrado que contiene solo un número limitado de variables y una serie limitada de consecuencias. Este simplificado número de opciones es a lo que posteriormente Kahneman y Trevisky descubren y acuñan como “atajos heurísticos” en la toma de decisiones.

2. La Economía Experimental y sus contribuciones a la Economía Conductual

De acuerdo a Pablo Brañas Garza, autor del libro *Economía Experimental y del comportamiento* (2011), la economía experimental es la aplicación de métodos experimentales para estudiar las cuestiones económicas. Los datos recolectados en los distintos experimentos se usan para estimar el efecto, para probar la validez de las teorías económicas, y, además, para detallar los mecanismos del mercado. El mismo autor explica que el uso de la economía experimental es meramente una herramienta para constatar, o en su debido caso, para corregir los fallos que tienen las teorías económicas sobre su explicación sobre las decisiones de los individuos y su reacción con las demás variables.

Sin embargo, cuando un modelo teórico no logra predecir el comportamiento de una variable económica, se puede afirmar que la sencillez de estos modelos no logra recoger todos los aspectos del complejo comportamiento humano. Sin embargo, estas afirmaciones no toman en cuenta una cuestión realmente importante: uno de los propósitos de cualquier teoría es saber elegir, con el suficiente criterio objetivo, qué variables habrá que dejar fuera del modelo. Es por esto que el resultado de un experimento es, a la vez, una propuesta de un modelo teórico. Por lo tanto, la combinación adecuada de teoría y el trabajo experimental

podría servir para crear herramientas con mayor facilidad para su uso, pero además con la suficiente información sobre la correcta especificación de las variables que intervienen en el comportamiento de la variable que la teoría busca analizar.

Hoy en día, gracias a la evidencia experimental, se ha logrado admitir que los humanos no son neutrales al riesgo, y que existe una enorme asimetría cuando existe la situación en la que un individuo se expone a pérdidas y una en la que puede conseguir ganancias; además de que cada individuo suele interpretar de manera muy distinta las mismas probabilidades de las mismas situaciones. De una manera paralela a la economía conductual también fue surgiendo la economía experimental. Es muy cierto que ambas disciplinas están relacionadas de una manera exponencial, aunque estas no son iguales. La economía experimental no deja de ser solo una herramienta, es decir, una metodología de trabajo, mientras que la economía conductual es una disciplina teórica que tiene como objetivo el desarrollo de modelos teóricos sobre el comportamiento humano, incluyendo variables de aspectos psicológicos para explicar los fenómenos económicos.

Uno de los teóricos más conocido en la actualidad sobre el uso de experimentos en las teorías económicas es Daniel Kahneman, psicólogo de profesión y Premio Nobel de Economía, el cual sostiene, por medio de los distintos experimentos efectuados, que los seres humanos tenemos dos vías de pensamiento: el Sistema 1, el cual es rápido, intuitivo y emocional, y el Sistema 2, el cual es más lento, esforzado y racional. El primer sistema proporciona conclusiones de forma automática, y el segundo sistema, respuestas conscientes. Ciertamente, la forma de acercamiento que existe entre la *Teoría de la Perspectiva*, creada por Kahneman, y el análisis conductual por medio de la implementación de la economía experimental, es la explicación del por qué los individuos acostumbran a decidir sobre sus asuntos más importantes de maneras no racionales, más que nada en función a estrategias informales adoptadas en “entornos de incertidumbre”, es decir, ambiguos y poco claros. Kahneman intenta explicar ese efecto mediante la postulación de categorías que denomina “atajos heurísticos”, quizá basados en repertorios genéticamente adaptativos.

La toma de un atajo heurístico muy común es el que se guía por la aversión a la pérdida: se teme más lo que se puede perder que lo que se puede ganar tomando la decisión. Es decir, que los individuos no se mantienen constantes ante el riesgo, mostrando que, en términos de la realidad estudiada, la aversión al riesgo existe porque no existe información perfecta, violando uno de los principales supuestos de la racionalidad en la toma de decisiones. El mismo autor sugiere que a raíz de lo mismo, las personas son más sensibles a las disminuciones sobre su bienestar que a incrementos a este, es decir, la pérdida de utilidad asociada con una pérdida es mayor al incremento de utilidad asociado con una ganancia de igual magnitud.

Estos nuevos descubrimientos han permitido brindar explicaciones más acertadas sobre la toma de decisiones de los individuos, a través del uso de “heurísticos y sesgos cognitivos”. El surgimiento del sistema que permitió relacionar la heurística y los sesgos cognitivos para

la explicación de los fenómenos económicos surgió a partir del trabajo *Heurísticos y sesgos*, que realizaron Kahneman y Tversky en el año 1970, en el cual tratan de explicar que la incertidumbre se basa a menudo en una cantidad muy limitada de preceptos heurísticos que funcionan como simplificadores, más que la concepción ortodoxa del procesamiento algorítmico más formal y extensivo. De acuerdo a la investigación de los autores, los procesos de juicios intuitivos que determinan la toma de decisiones de los individuos no solo eran más sencillas y simplificadas de los que exigían los modelos racionales, sino que además eran categóricamente de una clase diferente.

De esta manera es que ambos descubrieron tres importantes heurísticos, cuyos fines generales son la **accesibilidad**, la **representatividad** y el **anclaje o ajuste**, dentro de los cuales subyacen muchos juicios intuitivos en momentos de incertidumbre. Sin embargo, es importante aclarar que, a pesar de que los razonamientos formativos de los juicios sesgados no son remotamente parecidos al proceso de razonamiento planteado a través de los axiomas de la racionalidad ilimitada, los heurísticos en sí mismos son procedimientos de estimación que no son irracionales. En realidad, la heurística ayuda a simplificar la toma de decisiones no solo para los problemas de alta complejidad, sino para las más simples cuestiones de verosimilitud, frecuencia y predicción, convirtiéndose en un dispositivo evolutivo que nos ha permitido comprender de manera simplificada la realidad que nos rodea.

Por otra parte, mientras los procesos de heurísticas pueden ser comprendidos como rutinas conductuales inconscientes que básicamente funcionan como procesos cognitivos que ayudan a simplificar la toma de decisiones, automatizar las elecciones y elegir alternativas de forma más rápida, los sesgos cognitivos son los errores o fallas psicológicas que pueden presentarse durante la heurística, y que nos llevan a tomar decisiones con información sesgada, como consecuencia de ignorar información relevante a través de la simplificación de la realidad.

A partir del avance del experimento en las múltiples corrientes del campo de la psicología moderna es que se han encontrado múltiples desvíos o errores cognitivos en la forma de pensar de los individuos, de tal forma que la lista de estos sesgos o atajos cada vez es mayor. Otros sesgos importantes encontrados que influyen en gran medida en el campo de la economía conductual son el sesgo del punto ciego y el sesgo del autoservicio.

El sesgo del punto ciego es un error cognitivo acuñado por las psicólogas Emily Pronin, Daniel Lin y Lee Ross en la *Teoría del Sesgo del Punto Ciego* (2004), a partir del cual se expone como una desviación psicológica de la percepción de las decisiones racionales a partir de una tendencia que tienen los seres humanos a priorizar los dotes y capacidades personales en el momento de valorar los éxitos, además de atribuir causas externas a los fracasos obtenidos. En otras palabras, es un sesgo que distorsiona la percepción de nuestras capacidades en la toma de decisiones racionales, de tal manera que todas nuestras acciones tienen resultados de “éxito” en comparación a las demás personas, a las cuales se les suele atribuir como “suerte”. El sesgo del punto ciego muy frecuentemente se encuentra acompañado del sesgo

del autoservicio, explicado en la Teoría de la Atribución por su creador el psicólogo Heider en su obra *La Psicología de las Relaciones Interpersonales* (1958). Este importante sesgo es considerado de acuerdo a la teoría de la atribución como la tendencia de que las personas tengamos la percepción de poseer “mejores capacidades o cualidades” que la población promedio, sobreestimando de esta manera nuestras propias capacidades en comparación a la de los demás.

3. Paradigma de la investigación

La metodología utilizada en esta investigación es a partir del método experimental, utilizando la medición cuantitativa para el manejo de los datos estadísticos de las muestras; y la medición cualitativa, debido a que se analizaran aspectos no medibles, como la racionalidad o el bienestar. Para la experimentación se hará uso de 5 experimentos que permitirán evaluar la racionalidad de los alumnos en sus decisiones de consumo con base a una ponderación que se usará para cada resultado.

El diseño de esta investigación está dividido en 2 fases, las cuales son:

- Pre-test: Se aplicarán 5 experimentos que permitan evaluar de manera consistente a las dos muestras de estudiantes. Con base en los Axiomas de Racionalidad Maximizadora, se evaluará la racionalidad de ambas muestras por separado.
- Post-test: una vez obtenidos los resultados se compararán las decisiones de ambos grupos y se determinarán si las muestras son o no racionales, se ponderarán las respuestas y se verificará que muestra es más racional en la toma de decisiones.

Para el diseño de los experimentos, se plantea realizar una encuesta en la cual se requerirá de dos grupos de individuos, los cuales deben de haber sido invitados expresamente al mismo tiempo, y deberán de ser informados previamente de que serán partícipes de un experimento. El tema y los resultados obtenidos serán del total anonimato. Los participantes recibirán instrucciones que les permitirá situarse en un escenario económico donde estos cuentan con el papel de agentes que efectuarán sus decisiones en el mercado.

Durante el transcurso del experimento, los sujetos de prueba tendrán que tomar sus decisiones, y además elegir entre varias opciones. Sus comportamientos durante el experimento a través del escenario, recordando también que cada agente tendrá información para la realización de su posterior decisión, ya sea de las decisiones de todos en conjunto, de algunos de los otros participantes o de ninguno, dependiendo del tipo de experimento efectuado. Cada una de las elecciones deberá de implicar ciertas ganancias que incentiven al sujeto de prueba a que este revele sus verdaderas preferencias, puesto que de sus decisiones y, en ocasiones muy específicas, de las decisiones de los demás, dependen sus propias ganancias.

Las poblaciones seleccionadas para la recolección de las muestras de la investigación serán:

1. Los estudiantes de Economía, recién incorporados en la carrera, del primer trimestre, de un rango de 18-25 años.
2. Los estudiantes de Economía, de un rango de 18-25 años, que hayan cubierto los cuatro cursos de Microeconomía, pero que no pertenezcan al área de Concentración de Economía Aplicada.

De acuerdo con los datos estadísticos de la coordinación de la carrera de Economía de la UAM Azcapotzalco, se tiene estimado que se hayan inscrito unos 160 alumnos en la carrera de Economía en el primer trimestre, mientras que en promedio hay unos 50 alumnos que se encuentren, al menos, arriba del octavo trimestre, en el cual se concluye con la enseñanza de las materias de Microeconomía en la carrera y las UEA's que tienen fuerte influencia de la Teoría de la Elección Racional, sin contar a los alumnos que escogieron como área de concentración Economía Aplicada.

Además, el rango de deserción de los primeros trimestres en la carrera de Economía en promedio es del 40%, el cual se tomará en cuenta debido al peso que tiene sobre la investigación, mientras que el rango de deserción a partir del octavo trimestre es mucho menor, siendo alrededor del 5%, además de que varía bastante de acuerdo a las materias y a las áreas de concentración, por lo cual se ha decidido omitir del estudio.

Como se conoce el tamaño aproximado de ambas poblaciones, la muestra necesaria para la investigación es pequeña, y su tamaño lo determinaremos mediante la fórmula:

$$n = \frac{N}{1 + \frac{e^2(N-1)}{z^2 pq}}$$

Dónde:

n : Tamaño de la muestra que deseamos conocer.

N : Tamaño conocido de la población.

e : Error muestral aceptado.

Z : Valor correspondiente al nivel de significancia del 0.05.

$p*q$: Varianza de la población.

Para la población 1: Suponiendo que hay 160 alumnos al inicio del trimestre, de los cuales el 40% desertará en promedio para la sexta semana, se precisa que en promedio se tendrá una población de 96 individuos.

Entonces $N = 96$ se utilizará un nivel de confianza del 95%, el cual suele ser el estándar en los modelos estadísticos en economía, y por lo tanto $Z = 1.96$. Suponiendo un error menor

al 5%, se tiene que $e = .05$. A falta de otros datos, y además, como se busca que todas las encuestas se contesten, suponiendo el peor de los casos, $p * q = (.50)(.50) = .25$.

En este caso, la muestra indicada para la población 1 es:

$$n = 77$$

Para la población 2, suponiendo que hay 50 alumnos los pertenecientes del octavo y el noveno trimestre, la población total es de 50 alumnos. En este caso $n = 50$, de tal manera que se utilizara un nivel de confianza del 95%, y por lo tanto $Z = 1.96$. También suponiendo un error menor al 5%, se obtiene que $e = .05$ y $p * q = (.50)(.50) = .25$.

Entonces la muestra indicada para la población 2 es de:

$$n = 45$$

Los experimentos están programados para la sexta semana del trimestre 18-I, debido a que se busca aplicar el experimento a los alumnos que no hayan dado de baja las materias de sus correspondientes trimestres y así evitar sesgos en la información de las muestras.

Una consideración que se debe de tomar en cuenta para el estudio, es que debido a que en el trimestre no se ha inscrito ningún alumno de nuevo ingreso, el número de estudiantes de la población 1 es menor a la estimada para el estudio, ya que se consideraran únicamente a los estudiantes que aún no hayan concluido la UEA “Introducción a la teoría económica I”; sin embargo, al llegar a recolectar una muestra de 60 estudiantes para la población 1, siendo este número mayor al número mínimo de al menos 30 datos de acuerdo a múltiples estudios empíricos sobre la correcta inferencia de las muestras estadísticas, el número de 60 datos resulta ser eficiente para continuar con el estudio planteado.

4. Los experimentos seleccionados para verificar los axiomas

Los siguientes experimentos propuestos tienen como objetivo contrastar uno o más de los cuatros axiomas de la racionalidad maximizadora, además de los principios del egoísmo y el pensamiento en términos marginales. Cada uno de estos experimentos fue creado a partir de demostrar una o varias características sobre el comportamiento de los individuos por sus respectivos autores; sin embargo, para adecuarlos al estudio de las decisiones de consumo planteado en el estudio de esta investigación, se han modificado de tal forma que se adapten mejor a la situación que busca emular el estudio. El formato de las encuestas realizadas a ambas muestras se encuentra en el Anexo 1.

Los experimentos contemplados para analizar el cumplimiento de los axiomas de la racionalidad maximizadora son:

i. Experimento de Allais sobre el Axioma de Independencia

El primer experimento se basa en una crítica de Allais sobre el axioma de la Independencia y Transitividad que efectuó en 1952 por medio de un experimento, en el cual se presenta a las personas evaluadas la siguiente elección hipotética.

Alternativa A: recibir \$100 con certeza.

Alternativa B:

-Recibir 500 con probabilidad del 10%

-100 con probabilidad de 89%

-0 con probabilidad de 1%

Luego se les presenta la segunda elección que consiste en:

Alternativa A:

-Recibir 100 con probabilidad del 11%

-0 con probabilidad del 89%

Alternativa B:

-Recibir 500 con probabilidad del 10%

-0 con probabilidad del 90%

De acuerdo a los axiomas de Transitividad e Independencia, un individuo que prefiera A a B, debería preferir C a D, ya que esta segunda elección está creada a partir de la primera simplemente restando el pago de 100 con probabilidad de 89% a las alternativas A y B para crear las alternativas C y D.

Si los individuos eligieran una respuesta diferente a esta, entonces estaría incurriendo en una decisión irracional, debido a que este cambio no debería de afectar sus decisiones, por lo cual estaría incumpliendo el axioma de Independencia, además de que también estaría incurriendo en violar el axioma de Transitividad.

ii. Experimento de Kahneman y Tversky sobre el Axioma de Transitividad

El segundo experimento está basado en una prueba que hicieron Kahneman y Tversky sobre el cumplimiento del axioma de la Transitividad.

El experimento, modificado acorde a una situación de decisión de consumo, se planteará de la siguiente manera:

Estamos analizando la posibilidad de adquirir un paquete de cable e internet, el cual tendría un costo estimado de 600 pesos mensuales; sin embargo, un compañero nos avisa de un sujeto que podría ponerte el cable e internet por 400 pesos mensuales, usted tiene dos opciones:

- Si elegía la primera opción, estaría seguro de que el cable e internet funcionen perfectamente.
- Si optaba por la segunda, habría un tercio de posibilidades de que el paquete funcione a 400 pesos mensuales y dos tercios de posibilidades de que el paquete no funcione.

Nuevamente, ustedes deciden pensarlo y escoger entre dos opciones:

- Si escoges la primera opción, gastarías 200 pesos más que la segunda opción.
- Si va por la segunda, en cambio, hay un tercio de posibilidades de ahorre 200 pesos mensuales, y dos tercios de posibilidades de que no.

La diferencia entre estas opciones es que en el primer problema, los posibles resultados se plantean en términos de los beneficios de adquirir cable con la compañía, y en el segundo, en términos de los beneficios que trae adquirir cable con el conocido. Los resultados que arrojaría alguien racional es que escoja en ambos casos la misma opción, pues en esencia son lo mismo. Si alguien escoge diferentes opciones en ambos casos, estaría violando el axioma de la Transitividad, debido a que, si en la opción 1 prefiere A a B, en la opción 2 también debe de preferir A a B.

iii. Experimento de Dan Ariely sobre el Axioma de Independencia

El tercer experimento es propuesto por Dan Ariely, en el cual trata de demostrar que muchas de las decisiones de consumo dependen de la ventaja relativa de los bienes, es decir, los comparamos relativamente a los tamaños, y no tanto a los precios como tal.

El experimento, enfocado a las decisiones de consumo de estudiantes, es:

Un día, después de haber comido con tus amigos, decides ir a ver una película en el cine, la cual te habían dicho de antemano que estaba muy interesante. Sin embargo, al llegar al lugar, el vendedor te ha comentado que tiene tres paquetes distintos para la función del cine, las cuales son:

- **Paquete 1:** Una entrada al cine.
Con un costo de 50 pesos.
- **Paquete 2:** Un paquete grande de Palomitas o Nachos.
Con un costo de 120 pesos.
- **Paquete 3:** Una entrada al cine y un paquete grande de palomitas o nachos. Con un costo de 120 pesos.

Para alguien racional, y contando el hecho de haber comido anteriormente, se pensaría que se escogería únicamente el paquete 1, sin embargo, el hecho de que los resultados muestren que la mayoría escoja el paquete 3, indicaría que se está violando el axioma de la Independencia, debido a que tomaron su decisión en términos relativos y no absolutos; tuvieron que ver la segunda referencia para llegar a la conclusión de que el tercer paquete era el mejor, haciendo que su decisión dependiera del contexto y no fuera independiente.

iv. Experimento de Frederick sobre el Axioma de Continuidad

El siguiente experimento fue propuesto por Frederick, y trata sobre el análisis complejo de una situación.

Se hace un experimento haciendo a los participantes la siguiente pregunta:

“Un bate y una bola cuestan 110 pesos. El bate cuesta 100 pesos más que la bola, ¿cuánto cuesta la bola?”

Para resolver la incógnita, se necesita de un pequeño proceso matemático, el cual es el siguiente:

Precio de la pelota: x

Precio bate: $x + 100$ (un dólar más que la pelota)

$$x + x + 100 = 110$$

Si despejamos la nos queda.

$$2x = 110 - 100$$

$$2x = 10$$

$$x = 10/2$$

$$x = 5$$

Alguien que se haya tomado el tiempo de resolver el problema, es decir, la ecuación matemática, se habrá dado cuenta de la trampa y no habría caído en la mala interpretación del experimento, sin embargo, alguien que, por el contrario, hubiera caído en la falacia de haber contestado que la pelota costaba 10 pesos, significaría que no hizo el proceso matemático, y se dejó guiar más por la apariencia del experimento. Este experimento busca demostrar que, muy por el contrario, la gente no hace procesos complejos para tomar sus decisiones, como supone el axioma de Continuidad, pues si no lograron resolver un simple problema matemático, menos podrán pensar en términos marginales y resolver complejos problemas de Maximización en situaciones reales.

v. Experimento de elaboración propia sobre el axioma de Completitud

El sexto y último experimento trata de comprobar el axioma de la Completitud en las decisiones de consumo, el cual tiene como supuesto que el agente prefiere una combinación equilibrada de los bienes A y B, más que simplemente escoger un único bien de ambos. Esto

en términos matemáticos significa que la curva de indiferencia es estrictamente convexa, y que por lo tanto la situación de equilibrio se encuentra en el punto medio de la misma.

Entonces, el experimento es:

Un día cualquiera, decides ir en compañía de tus amigos a comer algo al Tecnoparque, con \$100.00 que piensas gastar. Todos deciden ir a comer a Wings Factory. En el menú, te ofrecen una promoción de paquetes diferentes de alitas y/o cerveza por \$60.00, los cuales originalmente tenían un precio de \$90.00.

Los Paquetes son:

Paquete A: 4 Cervezas Corona.

Paquete B: 2 cervezas Corona y 7 alitas.

Paquete C: 1 cervezas y 9 alitas.

Paquete D: 14 Alitas.

La respuesta racional de acuerdo al axioma de Completitud sería el paquete B, debido a que es una combinación de la mitad de los dos bienes; si los entrevistados escogieran el paquete A o D incumplirían con el axioma de la completitud porque estarían escogiendo totalmente un bien sin escoger del otro, por lo tanto, no sería una canasta de bienes, y por lo tanto estarían cayendo en un comportamiento irracional. Si se elige el paquete C, que a pesar de estar hecho de una combinación de alitas y cervezas, no está justamente en el punto medio de la curva de indiferencia, y por lo tanto caería en un comportamiento irracional.

vi. El juego del Ultimátum sobre el principio del egoísmo

El Quinto experimento, conocido comúnmente como El juego del Ultimátum, busca comprobar si las personas son egoístas en el momento de tomar sus decisiones, o si, al contrario, tratan de ser justos. El principio del egoísmo, como ya se ha mencionado, es indispensable para considerar a un agente racional. Pero mediante el experimento que a continuación trataremos de demostrar si, en efecto, los agentes son racionales en la toma de sus decisiones, o si, al contrario, estos toman decisiones con base en una repartición justa.

El experimento es:

El juego empieza cuando el investigador hace entrega de 100 pesos a uno de los individuos, junto con las instrucciones de que valore cómo repartir el dinero con otro individuo. En cuanto se propone un reparto, ya no se puede modificar. Y el otro individuo sólo puede decidir si acepta o rechaza la oferta. Si acepta, entonces el primer individuo se queda con la parte de los 100 pesos que ha propuesto, y el resto pasa al segundo individuo. Si el segundo individuo rechaza la oferta, entonces nadie se queda con nada.

La lógica, en términos del egoísmo del agente que eligiéramos, nos diría que, si uno decide quedarse con 90 de los 100 pesos, el otro aceptará porque, al menos tendrá 10 pesos: en caso de rechazar la oferta, no tendrá nada. Lo cierto es que el hecho de recibir algo, es mejor a no recibir nada.

Sin embargo, si los resultados fueran distintos a este, como, por ejemplo, que el agente ofrezca más que solo 10 pesos al otro individuo, significaría que estaría siendo, en términos más sucintos, generoso, por lo cual viola el principio del egoísmo. También otro posible resultado es que el otro agente decida no aceptar la oferta a pesar de que sabe que si no acepta no obtendrá nada, pensando que, en vez de ser racional, tendría un sentimiento de odio o molestia hacia la repartición que hizo el primer individuo.

Conclusiones

A manera de resumen, los resultados obtenidos en la realización de los experimentos aplicados a las muestras de estudiantes fueron:

- La racionalidad de los estudiantes de últimos trimestres mejoró en comparación con los estudiantes de primer trimestre en las preguntas 1 y 4, pero empeoró en las preguntas 2, 3 y 5, concluyendo que obtuvieron niveles menores de racionalidad.
- En el caso de las mujeres de los últimos trimestres, de igual manera, tienen mejores resultados en las preguntas 1 y 4, pero empeoran en las preguntas 2, 3 y 5, de tal manera que son menos racionales.
- En el caso de los hombres, obtuvieron mejores resultados en las preguntas 3 y 4, empeoraron en las preguntas 2 y 5, y obtuvieron el mismo nivel de racionalidad en la pregunta 1, por lo que se puede inferir que no hubo mejora ni empeoró su nivel de racionalidad.
- En ambas muestras, el resultado concluye que los hombres suelen ser más racionales que las mujeres.
- Tanto en hombres como en mujeres, se concluye que los alumnos de los últimos trimestres son más egoístas que los alumnos de los primeros trimestres.
- En el estudio, se concluyó que las mujeres, en ambas muestras, son más egoístas que los hombres.

Durante la realización del diseño de los experimentos se expusieron las posibles respuestas de los individuos a los cuales se les aplicaron los experimentos, detallando cuales de estos posibles resultados serían considerados como racionales o no racionales a partir del cumplimiento de los axiomas de la racionalidad maximizadora. Es importante detallar que estos experimentos incluían ciertas características que ayudaban a contrastar los principales planteamientos teóricos de cada axioma, ya sea en su conjunto o de manera individual. Para la explicación sobre estos desvíos en la teoría de la economía conductual es que se usan los sesgos o heurísticos cognitivos, o más específicamente, a partir de los resultados obtenidos es que es posible inferir cuales son los sesgos y heurísticos cognitivos que han provocado

estos desvíos de la racionalidad en la toma de decisiones de consumo de los estudiantes de economía.

Recordando que las preguntas 1, 2 y 3 buscan contrastar los axiomas de la Transitividad e Independencia en la toma de decisiones de consumo, al hacer el análisis de la causa de no obtener resultados racionales en las mismas se han encontrado los sesgos que han provocado esta desviación; en esencia, de acuerdo a las investigaciones de Kahneman y Tversky, así como los descubrimientos posteriores por el profesor Ariely, las decisiones no son independientes ni Transitivas, debido a que requiere de la comparación relativa de las posibles decisiones, creando de este modo un “ancla” que ayude a facilitar la toma de decisiones a falta de no contar con la información completa de la situación. De la misma forma, además de que los individuos son propensos a revalorar sus decisiones a partir de los anclajes y las comparaciones relativas, también son propensos a revalorar las opciones a partir de la forma en que estas se plantean o se proponen, indicando que existe un importante efecto sobre la forma en que se muestran las opciones posibles.

En otras palabras, los estudiantes que han cursado la carrera de economía fueron más propensos a observar la “ventaja relativa” existente en el experimento 3, de tal forma que modificaron sus resultados a partir de revalorar lo que ellos creían que les convenía, aunque eso significara violar el axioma de la independencia e incurrieran en un comportamiento “irracional” de acuerdo a la teoría de la elección racional. En el caso de la pregunta 1 y 2, en donde únicamente se replanteaban las condiciones y la forma en que se exponían las opciones, sin modificar su nivel de beneficio individual, los estudiantes de los últimos trimestres se dejaron convencer en cambiar sus propias decisiones de consumo a partir de las modificaciones o de la forma en que se expusieron, de tal forma que violaron los axiomas de Transitividad e Independencia. De acuerdo al análisis de los resultados es que se demuestra que existe un importante efecto del heurístico del anclaje y del ajuste en los estudiantes de economía, el cual se acentúa una vez que estos estudiantes han cursado todas las materias de la carrera con fuerte influencia de la teoría de la elección racional.

En la pregunta 4, referida al cumplimiento del axioma de la continuidad, los estudiantes de los últimos trimestres pudieron resolver adecuadamente la operación matemática con mayor frecuencia que los estudiantes de los primeros trimestres. Este resultado es lógico, pensando que durante el transcurso de la carrera los estudiantes tienen la necesidad de desarrollar su capacidad analítica y de comprensión matemática, siendo el desarrollo de estas capacidades uno de los factores principales que busca incentivar la carrera de economía. En la pregunta 5, referente al cumplimiento del axioma de la completitud, se observa que las respuestas de los estudiantes de la muestra 2 son peores a los resultados de la muestra 1, de tal manera que los estudiantes que recién han ingresado a la carrera de economía tienen un comportamiento de consumo de bienes más equilibrado que los estudiantes de economía de los últimos trimestres, ya que prefieren una combinación de ambos bienes en vez de una elección extrema de un único bien.

En el caso de los axiomas de la completitud y la continuidad de acuerdo a la teoría neoclásica, en términos simples, no buscan explicar algún aspecto particular del comportamiento individual en la toma de decisiones económicas de los individuos, a diferencia del caso de los axiomas de Transitividad e Independencia, ya que los axiomas de Continuidad y Completitud funcionan únicamente como contrastes matemáticos que ayudan a dar un mayor sustento a la estructura teórica de la teoría de la elección racional. De tal manera que, de acuerdo a la economía del comportamiento, el cumplimiento o no de estos resultados no están relacionados a ningún sesgo u heurístico que provoque la desviación de la racionalidad de los individuos del estudio y no es necesario buscar las posibles causas de ambos resultados. Se hicieron estas dos preguntas con el único fin de contrastar si en un escenario real los individuos tienen inclinación a tomar decisiones que son una combinación de bienes, y que, además, hicieron un complejo proceso matemático para resolver la maximización de su utilidad a partir de sus recursos disponibles.

22

Sin embargo, si existe un sesgo que pudo haber afectado de gran manera a la diferencia entre los resultados de ambas muestras; si bien se ha demostrado que el heurístico del anclaje y el ajuste es el causante de que los estudiantes de economía tomaran decisiones irracionales de consumo de acuerdo a los axiomas de la racionalidad maximizadora, también se demostró que este mismo heurístico se intensificó en los estudiantes de economía que ya han cursado las materias correspondientes a la influencia de la teoría de la elección racional. La explicación más viable a partir de la economía conductual es el sesgo del punto ciego.

Como se había mencionado en la hipótesis alterna del estudio, los estudiantes de economía se encuentran influenciados en gran proporción por las enseñanzas de la teoría Neoclásica durante toda la carrera, de tal forma que estos subestiman en gran medida las fallas de la racionalidad y toman decisiones irracionales con mayor frecuencia que los individuos promedio. La evidencia constata que el sesgo del punto ciego y el sesgo del autoservicio explican por qué los estudiantes de economía subestiman en mayor medida sus propias capacidades y sobrevaloren su racionalidad una vez que han recibido las enseñanzas de la teoría de la elección racional, provocando el efecto contrario pensado y estos tomen decisiones más irracionales que los estudiantes del primer trimestre de la carrera. En un sentido crítico, los estudiantes de economía no han sido capaces de desarrollar las habilidades necesarias para plantearse distintos escenarios ante la toma de decisiones de consumo en su vida diaria, a pesar de contar con la formación profesional encaminada a mejorar la toma de decisiones económicas de los distintos agentes u organismos que requieran de estos conocimientos.

Como recomendación final de la investigación es que se permita diversificar el plan de estudios a teorías alternas a la teoría de la elección racional, como la economía conductual, de tal forma que los estudiantes estén mejor preparados a los distintos escenarios que puedan surgir en el cumplimiento de su labor. El conocimiento de los posibles sesgos cognitivos o heurísticos dentro de los fenómenos económicos permitirían a los futuros profesionistas a

comprender porque ciertas decisiones o maneras de actuar se dan en la realidad, y que dentro de la teoría neoclásica se considerarían como ‘‘ comportamientos no racionales’’, además de que, al saber que no es posible obtener un resultado óptimo debido a que no se cuenta con la información completa, por la falta del tiempo necesario para tomar la decisión adecuada, o simplemente al considerar que la racionalidad humana no es perfecta, es más sencillo eliminar muchas posibles decisiones, y de esta manera aprovechar el tiempo para tratar de buscar aquella opción que, en vez de maximizar la utilidad, esta sea una solución aceptable de acuerdo a la información y a los recursos con los que se cuente.

Lo recomendable por parte de la economía conductual a la hora de tomar decisiones que involucren posibles fallas a la racionalidad, o a la falta de tiempo y de información suficiente, es que los estudiantes, por medio de la introspección, conozcan en mayor medida cuales son las reglas heurísticas que ellos mismos manejan con mayor frecuencia y, con el conocimiento de la presencia de los sesgos cognitivos en su toma de decisiones, puedan tomar una decisión que satisfaga en mejor medida sus propias necesidades de acuerdo a la información y a los recursos a los cuales disponga.

Bibliografía

- Vidal de la Rosa, Godofredo. (2008). *La Teoría de la Elección Racional en las ciencias sociales*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Benites, Alberto. (1996). El modelo de Arrow-Debreu y de la demostración de existencia del equilibrio general. *En Teoría de los precios, avances en el debate contemporáneo* (pp.23-41). México: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco.
- Brañas, Pablo. (2011). *La economía experimental y del comportamiento*. España: Antoni Bosch
- Bunge, Mario. (1996). *Buscar la filosofía en las ciencias sociales*. Estados Unidos: Siglo veintiuno.
- Ariely, Dan. (2008). *Las Trampas del Deseo*. Estados Unidos: Ariel.
- Díaz, E y Del Valle, C. (2016). *Manual de Economía del Comportamiento. Volumen 2: Comportamiento del Consumidor*. México: Instituto Mexicano de Economía del Comportamiento.
- Elster, Jon. (2001). *Las limitaciones del paradigma de la elección racional*. España: José Casas Pardo.
- Hey, John. (1997). *Experimentos en economía*. Estados Unidos: FCE.
- McKean, Kevin. Pla Mori, Lidia. (1985). *La Ciencia de Tomar Decisiones*. Kahneman y Tversky. Discover Algo.
- Samuelson, Paul. Nordhaus, William. (2005). *Economía*. EUA: McGraw Hill.
- Quintilla, Ismael. Bonavia, Tomas. (2005). *Psicología y Economía*. España: Maite Simon.
- Simon, Herbert. (1982). *La organización Administrativa*. Argentina: Aguilar.
- Viale, R. (2008). *Las nuevas economías*. México: FLACSO México.
- Lopez, Raul. (2002). *Decisiones Individuales: Axiomas Básicos del modelo estándar de elección racional*. 26 de Julio del 2017, de Universidad Autonoma Metropolitana. Sitio web: https://www.uam.es/personal_pdi/economicas/ralopez/Decisiones_economicas/Introduccion.pdfhttp://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/archiles_a/sources/archiles_a.pdf
- McKean, Kevin. Pla Mori, Lidia . (1985). *La Ciencia de Tomar Decisiones: Kahneman y Tversky*. 26 de Julio del 2017, de Discover Sitio web: https://extension.uned.es/archivos_publicos/webex_actividades/4467/tomardecisiones.pdf
- Rodriguez Quintana, Eduardo. (2012). *Toma de decisiones: Economía conductual*. 26 de julio del 2017, de Universidad de Oviedo Sitio web: <http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/13074/1/Trabajo%20fin%20de%20m%C3%A1ster%20Eduardo%20Rodr%C3%ADguez%20Quintana.pdf>

Romero, Eva. Lopez, Jose Maria. (2009). *Aprendiendo Economía a través de experimentos*. 26 de Julio del 2017, de Universidad Europea de Madrid Sitio web: <http://abacus.universidadeuropea.es/bitstream/handle/11268/2772/OTR03.pdf?sequence=1>

Gomez del Cid, Manuel Aurelio. (2015). *La Economía Experimental y del comportamiento en la educación secundaria*. 26 de Julio del 2017, de Universidad de Malaga Sitio web: https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/11687/TD_GOMEZ_DEL_CID_Manuel_Aurelio.pdf?sequence=1

Escrivà iBeltran, Maria. (2012). *Una aproximación experimental al estudio del rendimiento académico, la innovación, y el valor de los bienes culturales*. 26 de Julio del 2017, de Universidad de Valencia Sitio web: http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/26303/Una%20aproximacion%20experimental%20al%20estudio%20del%20rendimiento%20academico%2C%20la%20innovacion%20y%20el%20valor%20de%20los%20bienes%20culturales_Tesis%20Maria%20Escriva.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ufano Pardo, Jorge. (2005). *Economía Experimental decisiones con incertidumbre, racionalidad y teoría de la expectativa*. 26 de Julio del 2017., de Universidad San Pablo Ceu Sitio web: http://www.clasesdebolsa.com/archivos/Trabajo_fin_de_carrera.pdf

Morales Vallejo, Pedro. (2011). *Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos?*. 26 de Julio del 2017, de Universidad Pontificia Comillas Sitio web: http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Licenciatura/Enfermeria/ProgramaNivelacion/A18/Unidad4/lectura_42_la_importancia_del_tamano_de_muestra.pdf

Natanael Méndez Matos. (2013). *La lógica de la mentira*. República Dominicana: Windmills Editions.

Kahneman, Daniel. (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Estados Unidos. Editorial Farrar, Straus and Giroux.

24

Anexo: Formato de las encuestas aplicadas a ambas muestras del estudio

<p>Encuestas</p> <p>Edad: _____ Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Lee cuidadosamente cada una de las preguntas de opción múltiple y elige una encerrándola en un círculo, para el caso de preguntas abiertas contesta sobre la línea.</p> <p>PREGUNTA 1</p> <p>Un amigo te reta a entrar en una rifa y ganas un premio, te comentan que ganarás dinero y te dan las siguientes opciones:</p> <p>1.1 Elige una de las dos alternativas</p> <p>a) <input type="checkbox"/> recibir \$100 con certeza</p> <p>b) <input type="checkbox"/> Recibir \$500 con probabilidad de 10%</p> <p><input type="checkbox"/> \$100 con probabilidad de 89%</p> <p><input type="checkbox"/> \$0 con probabilidad de 1%</p> <p>1.2 Luego se les presenta la segunda elección, elige una de las dos alternativas</p> <p>a) <input type="checkbox"/> Recibir \$100 con probabilidad de 11%</p> <p><input type="checkbox"/> \$0 con probabilidad de 89%</p> <p>b) <input type="checkbox"/> Recibir \$500 con probabilidad de 10%</p> <p><input type="checkbox"/> \$0 con probabilidad de 90%</p> <p>PREGUNTA 2</p> <p>Estamos analizando la posibilidad de adquirir un paquete de cable e Internet, el cual tendría un costo estimado de 600 pesos mensuales; sin embargo, un compañero nos avisa de un sujeto que podría ponerte el servicio de cable e Internet por 400 pesos mensuales.</p> <p>2.1 Usado tiene dos opciones elige una:</p> <p>a) Si elegía la primera opción, estaría seguro de que el cable e Internet funcionen perfectamente.</p> <p>b) Si optaba por la segunda, habría un tercio de posibilidades de que el paquete funcione a 400 pesos mensuales y dos tercios de posibilidades de que el paquete no funcione.</p> <p>2.2 Nuevamente, usades deciden pensar y escoger entre dos opciones elige una:</p> <p>a) Si escoges la primera opción, gastarías 200 pesos más que la segunda opción.</p> <p>b) Si va por la segunda, en cambio, hay un tercio de posibilidades de ahorro 200 pesos mensuales, y dos tercios de posibilidades de que no.</p> <p>PREGUNTA 3</p> <p>Un día, después de haber comido con tus amigos, decides ir a ver una película en el cine, la cual te habían dicho de antemano que estaba muy interesante. Sin embargo, al llegar al lugar, el</p>	<p>vendedor te ha comentado que tiene tres paquetes distintos para la función del cine, las cuales son:</p> <p>a) Paquete 1: Una entrada al cine. Con un costo de 50 pesos.</p> <p>b) Paquete 2: Un paquete grande de Palomitas o Nachos. Con un costo de 120 pesos.</p> <p>c) Paquete 3: Una entrada al cine y un paquete grande de palomitas o nachos. Con un costo de 120 pesos.</p> <p>PREGUNTA 4</p> <p>En una tienda del zócalo, un bate y una bola cuestan 110 pesos. El bate cuesta 100 pesos más que la bola, ¿cuánto cuesta la bola?</p> <p>R: _____</p> <p>PREGUNTA 5</p> <p>Un día cualquiera, decides ir en compañía de tus amigos a comer algo a Tacosquaque, con \$100.00 que piensas gastar. Todos deciden ir a comer a Wings Factory. En el menú, te ofrecen una promoción de paquetes diferentes de altitas y/o cerveza por \$60.00, los cuales originalmente tenían un precio de \$90.00.</p> <p>Los Paquetes son:</p> <p>Paquete A: 4 Cervezas Corona.</p> <p>Paquete B: 2 Cervezas Corona y 7 altitas.</p> <p>Paquete C: 1 cervezas y 9 altitas.</p> <p>Paquete D: 14 Altitas.</p> <p>PREGUNTA 6</p> <p>Imagina que tu mamá te ha dado unos 1000 pesos, con la condición de que le des parte del dinero a tu hermano. Tu hermano solo puede decidir si acepta o no la cantidad que le has ofrecido, sin olvidar que si el la rechaza entonces tu mamá le quitará el dinero a los dos, y nadie se queda con nada.</p> <p>¿Qué cantidad le darías a tu hermano?</p> <p>R: _____</p> <p>¡GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN!</p>
---	--

ESTRATEGIA DE FIJACIÓN DE PRECIOS PARA UN CONJUNTO DE BIENES COMPLEMENTARIOS

Manuel Castillo Soto *
María Guadalupe García Salazar **

(Recibido: 15-octubre-2017 – Aceptado: 17-enero-2018)

25

Resumen

En este trabajo se exploran las particularidades, así como la naturaleza de la estrategia de fijación de precios en la venta en *combo*. Este mecanismo de captura de valor es muy popular en muchas industrias, desde la comida rápida hasta las telecomunicaciones. Este modelo de precios permite a los compradores adquirir un conjunto de bienes complementarios a un solo precio. Esta estrategia aprovecha el concepto de “contabilidad mental”, aspecto que algunos especialistas identifican como un rasgo particular del comportamiento del consumidor. Esta conducta se refiere al hecho de que el consumidor siempre desea maximizar su utilidad manteniendo un equilibrio entre el precio y valoración que éste hace del bien. De esta manera, siempre que el demandante tenga la opción de comprar una canasta de bienes a un solo precio podrá adquirirlo con la condición de que el precio sea menor a la suma de los precios individuales. Este modelo es un incentivo poderoso para que mucha gente opte por comprar el *combo*. En este ensayo se llega a una conclusión importante: El *combo* es más rentable cuando la correlación entre las preferencias de los bienes componentes de éste tiene una tendencia a cero. Mientras que una correlación positiva entre dichas valoraciones no genera resultados óptimos en términos de rentabilidad.

* Profesor-Investigador del Departamento de Economía de la UAM-A. Correo electrónico: castillo.manuel@telmexmail.com

** Profesora-Investigadora del Departamento de Economía de la UAM-A. Correo electrónico: mggasa@gmail.com

Palabras clave: Combo, precio de reserva, simetría en preferencias, correlación, estrategias de fijación de precios

Clasificación JEL: DOI, DII, EI3, LII

Pricing strategy for a set of complementary goods

Abstract

In this paper we explore the particularities, as well as the nature of the pricing strategy called bundling. This mechanism of capturing value is very popular in many industries, from fast food to telecommunications. This price model allows buyers to purchase a set of complementary goods at a single price. This strategy takes advantage of the concept of “mental accounting”, an aspect that some specialists identify as a unique feature of consumer behavior. This behavior refers to the fact that the consumer always wants to maximize his/her utility by maintaining a balance between the price and the valuation that he/she makes of the good. In this way, whenever the consumer has the option to buy a basket of goods at a single price, with the condition that this price is less than the sum of the individual prices, it is a powerful incentive for many people to prefer to buy the bundling. In this work an important conclusion is reached: The bundling is more profitable when the correlation between the preferences of the component goods of the bundling has a tendency to zero. While a positive correlation between these valuations does not yield good results in terms of profitability.

Key words: Bundling, reserve price, symmetry in preferences, correlation, pricing strategies.

JEL Classification: DOI, DII, EI3, LII

Introducción

Existen varias estrategias de fijación de precios, en particular, en este trabajo, se abordará la estrategia de fijación de precios que consiste en vender en un precio un conjunto de bienes generalmente complementarios, donde la característica fundamental de esta estrategia es que el precio del conjunto de bienes (*combo*) es menor que la suma de los precios individuales de los bienes que integran el conjunto.

La apuesta de este modelo es jugar con el concepto de la “contabilidad mental”, la cual postula que el consumidor tiene una tendencia al equilibrio entre el monto de sus gastos y su nivel de satisfacción. Como el precio del *combo* es menor que el gasto agregado, si se comparan los bienes por separado, el comprador tendrá incentivos para aprovechar esta “oportunidad”. Otro elemento determinante para el éxito o no de esta práctica es la distribución de las disposiciones a pagar de los diferentes segmentos de compradores. El tipo de

correlación en las preferencias determinará la viabilidad, en términos de ganancias para la empresa y utilidades para el consumidor.

1. Tipos de venta

A continuación, se presentan algunos de tipos de venta cuando se considera la estrategia de vender un conjunto de bienes en *combo*.

1.1 La venta atada

Se explora el concepto de venta atada “*tie in sales*”, en su forma más simple. En este caso el vendedor “*induce*” de alguna forma al consumidor a comprar un conjunto de bienes altamente correlacionados entre sí. Es un arreglo que se le presenta al comprador como solución para un determinado propósito y donde los bienes del conjunto no tienen valor unilateralmente.

La estrategia de las ventas atadas es apropiada para soluciones que requieren un pago inicial de un producto base y más adelante se compraran los bienes complementarios adicionales. Se pueden citar como ejemplos los cartuchos de las impresoras, las navajas de los rastrillos, los filtros de las cafeteras, etcétera.

La intensidad en la compra de los elementos accesorios revela cuánto, un consumidor determinado, usa el producto principal. El hecho que los cartuchos de tinta, ni la impresora tengan utilidad alguna por si solos, explica en parte la razón por la cual el producto base es vendido a su costo medio o por debajo de éste, no importan lo que se pierda si se asegura que las compras de los accesorios son suficientes para incrementar la rentabilidad. Gran parte de las utilidades deben de venir de los elementos complementarios que, son la parte variable en el consumo de la solución. Por consiguiente, es de esperar que estas firmas vean como una amenaza la piratería en el mercado de los bienes consumibles, por ejemplo, el relleno de los cartuchos con tinta no original, pone en riesgo los beneficios esperados por la venta de impresoras.

En este mercado, hay compradores considerados “*débiles*” que son beneficiados por el costo bajo de las impresoras (producto base) ya que no son grandes demandantes de “*impresión*”. Por lo tanto, se benefician en la compra del aparato considerado como base. Esta situación, no sucede con los precios de teléfonos celulares, estos son siempre caros, y si bajan sus precios amarran al consumidor con un determinado consumo de datos. Por otra parte, los consumidores “*fuertes*”, los cuales son grandes demandantes de impresión y por lo tanto de tinta, son los que aportan gran parte de la utilidad a la empresa que diseña la venta atada. En consecuencia, la venta atada se fractura cuando el consumidor se especializa en usar complementarios de tipo genérico.

1.2 La venta en *combo*¹

La venta en paquete (*combo*) es un tipo de venta atada, salvo que en este esquema, los “paquetes” están compuestos de bienes que no son estrictamente complementarios. Por ejemplo, la compra de una consola de video-juegos y los juegos respectivos es una venta atada, pero la venta de un paquete de comida rápida no lo es.

En muchas situaciones, las dos estrategias aparecen simultáneamente: la venta atada y la venta en paquete, por ejemplo, en el caso de los centros recreativos tipo “*six flags*”, el visitante no puede comprar sólo la entrada sin comprar el derecho a subirse a los diferentes juegos o pagar sólo el derecho del disfrute a los juegos sin pagar el derecho de admisión. La venta en paquete simple, o *combo puro*, restringe de alguna manera al comprador, porque no puede adquirir los bienes por separado (lo que no quiere decir que los elementos del conjunto no tengan valor por si solos). Otro ejemplo de esto, es cuando se contrata un servicio de televisión de paga, ya que un consumidor tiene que comprar un paquete, puesto que no se pueden comprar los canales individualmente. Más adelante, se analizará que en muchos casos el *combo puro* es un error, dado que afecta tanto el bienestar de los compradores como a las utilidades de las empresas.

A continuación, se analiza una situación muy común en nuestros días, que ilustra los mecanismos del funcionamiento de la venta en *combo*. Por simplicidad, se supone que hay una firma que vende un sistema de televisión digital llamado “Roku” y que también vende pantallas de televisión “Tv set”.²

Ejemplo 1.

Se tienen dos productos, un sistema de televisión por internet llamado “Roku” y un aparato de televisión de alta definición, “Tv set”. El costo unitario del sistema “Roku” es de \$2600 y el costo de cada pantalla es de \$2,100. Se supone que no se puede establecer algún mecanismo de discriminación de precios y que se tienen dos posibles demandantes, usuario *A* y usuario *B*. Las disposiciones a pagar de ambos consumidores potenciales se enlistan en la tabla 1.

¹ Esta sección tiene como fuente principal el análisis de David Besanko and Ronald Braeutigam *Microeconomics*, 4rd Edition, february 2010. John Wiley & Sons.

² Este ejemplo es tomado del libro *La discriminación de precios y otras estrategias para capturar valor. Una interpretación Económica*. Autor: Manuel Castillo Soto. Mayo de 2014, México.

Tabla 1
Precios de reserva. Dos usuarios, dos bienes

	Precios de reserva (\$)			
	Roku	Tv set	Combo	Excedente del Consumidor (EC)
Usuario A	2,900	2,800	5,700	0
Usuario B	3,300	2,300	5,600	0
Costo Marginal	2,600	2,100	4,700	

Fuente: Elaboración propia.

A ambos consumidores les gustaría adquirir el aparato “Roku” y una nueva pantalla (“Tv set”). Sin embargo, a un comprador le puede gustar más comprar “Roku” y usar su pantalla antigua. Al otro, por su parte, le gustaría más comprar una nueva pantalla “Tv set” y usar su antiguo sistema de cable. Ante ello, surgen algunas preguntas ¿Cuáles serían las ganancias de la empresa si se establece un precio uniforme a ambos bienes? ¿Cuáles serían los precios para el “Roku” y cuáles para la “Tv set”?

Si el precio de mercado del “Roku” fuera de \$3,300, se vendería un sólo aparato (al usuario *B*) con utilidades de \$700 (Utilidad=Ingresos de la venta–Costo marginal), puesto que el precio de venta y el precio de reserva del usuario *B* son iguales. El precio de reserva es un nivel de precio donde el consumidor está en un punto de indiferencia entre comprar y no comprar. Es claro que la empresa estará en condiciones de fijar un precio menor de \$3,300 con el propósito de asegurar la venta. Por ejemplo, si la firma establece un precio de \$2,900, asegurará la venta de 2 aparatos “Roku” (dado que los dos usuarios estarían dispuestos a comprar) con ingresos de \$5,800, costos de \$5,200 y utilidades de \$600; es decir, la utilidad se vería reducida en \$100. Por lo tanto, si se quieren maximizar los beneficios, el precio del “Roku” debería ser de \$3,300 no importando que se tenga un solo comprador. Por otro lado, si se establece un precio de venta para la “Tv set” de \$2,800, se tendría solamente al usuario *A* con utilidades de \$700. Por su parte, si el precio de la “Tv set” se establece en \$2,300 se venderían dos pantallas con ingresos de \$4,600, y costos de \$4,200 generándose utilidades de \$400, menores a las que se obtienen si se vendiera una sola “Tv set”. De esta manera, el precio uniforme óptimo para el sistema “Roku” sería de \$3,300 y para la “Tv set” de \$2,800. Se tendrían, por lo tanto, ingresos de \$6,100 con costos de \$4,700 y beneficios de \$1,400.

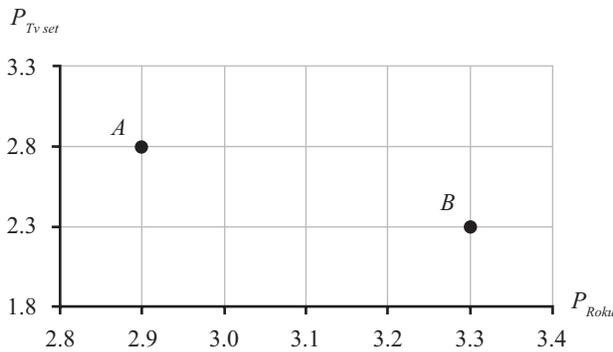
Dado lo anterior, surge la siguiente pregunta ¿cuáles serían los beneficios si se ofrece un paquete (un *combo*)? Es decir, vender el conjunto de los dos productos. El usuario *A* estaría dispuesto a pagar un precio de \$5,700 por el conjunto, mientras que el usuario *B* pagaría un precio de \$5,600. Si se cobra el paquete en \$5,700 habría un solo comprador (usuario *A*), con utilidades de \$1,000 (5,700 - 4,700). Por otra parte, la firma puede mejorar si se establece

un precio del paquete de \$5,600, ya que se venderían 2 paquetes con ingresos de \$11,200, y costos de \$9,400 con beneficios de \$1,800. En conclusión, la empresa optimiza utilidades si vende en *combo* más que con precio uniforme; con éste último, las utilidades eran de \$1,400 y con la venta en paquete las utilidades serían de \$1,800. Cabe hacer notar que, dado que el precio de venta y el de reserva es el mismo, el excedente del consumidor (*EC*) es igual a cero.

¿Por qué funciona la venta en paquete? La clave para encontrar la razón, se encuentra en la forma en que las demandas de los diferentes grupos estén correlacionadas. En el presente ejemplo, las demandas se encuentran negativamente correlacionadas, es decir, el usuario *B* está dispuesto a pagar más por “Roku” que el usuario *A*. Por su parte, el usuario *A* está dispuesto a pagar más por la “TV set” que el usuario *B* (véase gráfica 1). Con el *combo*, el vendedor induce a los dos usuarios a comprar los dos aparatos. De otra forma, no habría demanda para los 4 productos.

30

Gráfica 1
Precios de reserva (miles de pesos). Correlación negativa



Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo 2.

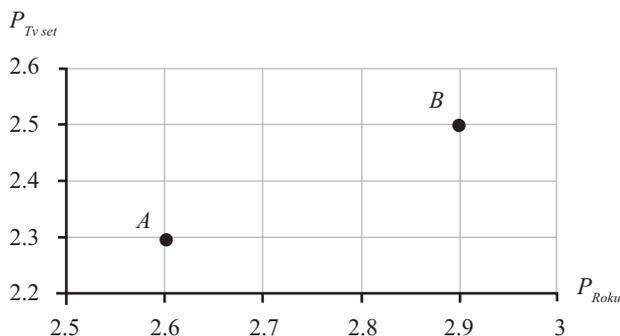
Ahora, se supondrá que se tienen los siguientes precios de reserva (tabla 2), donde las demandas están positivamente correlacionadas (gráfica 2). El usuario *B*, en contraste con el usuario *A*, está dispuesto a pagar más por los dos productos.

Tabla 2
Precios de reserva. Valoraciones correlacionadas positivamente

	Precios de reserva (\$)			
	Roku	Tv set	Combo	Excedente del Consumidor (EC)
Usuario A	2,800	2,300	5,100	0
Usuario B	2,900	2,500	5,400	0
Costo Marginal	2,600	2,100	4,700	

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 2
Precios de reserva (miles de pesos). Correlación positiva



Fuente: Elaboracion propia.

Si el fabricante no vende el *combo*, maximizará sus utilidades vendiendo un “Roku” y una “TV set” al usuario *B* con una utilidad de \$700 ($5,400 - 4,700$). Por otra parte, si la firma quiere capturar al otro comprador, tendría que bajar los precios de ambos productos o de alguno de ellos. Por ejemplo, si mantiene el precio del “Roku” en \$2,900 y la “TV set” en \$2,300, las utilidades serían de \$500. ($5,200 - 4,700$). O al contrario el “Roku” en \$2,800 y la “TV set” en \$2,500, con \$600 de utilidades ($5,300 - 4,700$). Como se puede observar es menos rentable tratar de capturar al otro comprador.

Por otra parte, si se quiere vender el *combo* con el fin de aumentar sus ventas y capturar a todos los clientes disponibles, ¿qué es lo mejor que puede hacer la firma? Lo más conveniente es vender el paquete en \$5,100, pues ambos usuarios comprarían a ese precio, de forma

que las utilidades serán de \$800 ($2(5,100-4,700)$).³ Entonces, de acuerdo con la tabla 2, no conviene hacer *combos* ni tratar de alcanzar más mercado. Si vende al consumidor con el mayor precio de reserva se tendrán los mayores beneficios.

1.3 Venta en paquete con opción a compras parciales “mixed bundling”

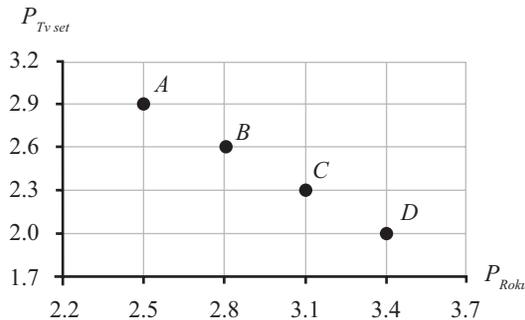
Las demandas correlacionadas negativamente no son suficientes en muchos casos. En ciertas situaciones, el *combo mezcla*, puede resultar en una estrategia más eficiente que la que se logra con el *combo puro*. En la tabla 3 se muestran a 4 consumidores, dispuestos a pagar \$4,900 por el paquete y en la gráfica 3, se puede observar que la correlación entre las preferencias de los usuarios es negativa.

Tabla 3
Precios de reserva. Cuatro usuarios, dos bienes

	Precios de reserva (\$)			
	Roku	Tv set	Combo	Excedente del Consumidor (EC)
Usuario A	2,500	2,900	5,400	0
Usuario B	2,800	2,600	5,400	0
Usuario C	3,100	2,300	5,400	0
Usuario D	3,400	2,000	5,400	0
Costo Marginal	2,600	2,100	4,700	

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3
Precios de reserva (miles de pesos)
Cuatro usuarios, dos bienes



Fuente: Elaboración propia.

³ Puede ser una estrategia para incrementar la participación de mercado no importando, por el momento la maximización de utilidades.

A continuación, se verá que, aunque haya correlación negativa entre las preferencias, es el *combo combinado* el que puede funcionar mejor para incrementar las utilidades. Se tienen tres opciones:

Opción 1: Precio Uniforme. La firma maximiza utilidades vendiendo 2 sistemas “Roku” a \$3,100 con dos compradores, el *C* y el *D*, generando \$6,200 de ingresos. Si esto es así se tendrá una utilidad de \$1,000 (6,200-5,200).⁴ Por otra parte, si se establece un precio de \$2,600 para la “Tv set”, sólo habrá dos consumidores el *A* y *B* con ingresos de \$5,200 y costos de \$4,200, con utilidades de \$1,000. De esta forma la utilidad total asciende a \$2,000, empleando el mecanismo de precio uniforme.

Opción 2: Combo puro. Si la empresa vende el paquete (Roku+TVset) a \$5,400, todos los consumidores comprarían el paquete, produciendo ingresos de \$21,600, costos de \$18,800 y utilidades de \$2,800, las cuales superan por \$300 al mecanismo de precio uniforme.

Opción 3: Combo combinado. El vendedor pone tres precios: P_{Roku} para el “Roku”, $P_{Tv\ set}$ para la “Tv set” y P_c como precio del *combo*. La estrategia óptima se consigue de la siguiente manera:

- A) Se fijan precios individuales buscando convencer a ciertos consumidores que se decanten por comprar solo uno de los productos, ofreciendo un mayor excedente del consumidor (*EC*) si toman esta decisión.
- B) Ofrecer el *combo* al grupo de consumidores que tienen preferencias correlacionadas negativamente.

De acuerdo con la tabla 3, se puede notar que el usuario *D* compraría solo el “Roku” si este se vendiera a un precio de \$3,350, generándole un *EC* de 50. De esta manera y racionalmente el usuario *D* no compraría el *combo* en el cual tiene un excedente de 0 ($EC = 0$). Por otra parte, el consumidor *A*, considerará no comprar el *combo* con un $EC = 0$, si la “Tv set” se vende por separado a un precio de \$2,850 porque tiene un excedente de 50.

Por otra parte, los consumidores *B* y *C* que tienen demandas correlacionadas negativamente tendrán que comprar el *combo* (suponiendo que se requieren ambos productos). De igual forma, se ha supuesto que los usuarios *A* y *D* no requieren necesariamente los dos bienes. Así, con el *combo mixto* se tienen ingresos de \$16,900 (3,350 + 2,850 + 5,400 + 5,400), con utilidades de \$2,900 (17,000 - 14,100), las cuales son mayores a que las que se obtienen con un *combo puro* y desde luego superiores a las que se alcanzarían con la asignación de precio uniforme (Tabla 4).

⁴ Note que si el precio del “Roku” fuera de \$3,400 solo se capturaría al usuario *D* y habría utilidades de \$800, si el precio fuera de \$2,800 se venderían 3 “Roku”, con utilidades de \$600.

Tabla 4
Estrategias alternativas de la venta en paquete

Combo Puro					
		Ingresos	Costos	Utilidades	Excedente del Consumidor (EC)
Todos los usuarios	Combo	21,600	18,800	2,800	0
Combo mixto					
		Ingresos	Costos	Utilidades	Excedente del Consumidor (EC)
Usuario A	Tv set	2,850	2,100	750	50
Usuario B y C	Combo	10,800	9,400	1,400	0
Usuario D	Roku	3,350	2,600	750	50
Totales		17,000	14,100	2,900	100

Fuente: Elaboración propia.

2. La venta en combo: *pure bundling* y *mix bundling*

2.1 Empresas multi-productos y la venta en paquete⁵

La práctica de empaquetar dos o más productos y vender el *combo* a un solo precio se encuentra muy difundida en muchas y diversas industrias; como en la electrónica, muchas empresas venden el “hardware y el software”, la empresa Microsoft vende “office” en diferentes versiones de paquetes.⁶ En la sección anterior, ya se han citado algunos ejemplos representativos del *combo*, el cual es una forma particular de capturar valor.

Evidentemente la venta en *combo* no siempre es una buena alternativa para los negocios, más al contrario, en ocasiones se observa el proceso inverso. Por ejemplo, las aerolíneas que, tradicionalmente aplican “discriminación perfecta”, recientemente han desempaquetado algunos de sus servicios, cobran aparte por la segunda maleta, por cambiar de asiento, por

⁵ Las ideas centrales en la presente discusión, se deben a, Christopher R. Thomas and S. Charles Maurice presentadas en su libro: *Managerial Economics. Foundations of business analysis and strategy*. Tenth edition. Christopher R. Thomas and S. Charles Maurice. Mcgraw-Hill.

⁶ Microsoft, lanzó recientemente la Surface Laptop, con esto será proveedor de hardware y software.

cambiar de horario, etcétera. Las líneas de bajo costo en México, en realidad no lo son, al desempaquetar sus servicios se vuelven igual de costosas como el resto de los competidores.

Como ya se ha mencionado, cuando una empresa multi-producto decide vender solo en *combo*, entonces se trata de una estrategia de *pure bundling*. Por su parte cuando trabajan con el esquema *combo combinado (mix bundling)*, se ofrece un mejor servicio para el consumidor y puede ser fuente de una mayor rentabilidad. En este último formato se pueden capturar más consumidores, porque hay mayor flexibilidad para el comprador.

Aplicación 1. Televisión por cable

“Cabletodo” es la única empresa que provee servicio de televisión por cable en un municipio del estado de Puebla. Los especialistas en mercadotecnia tienen ubicados a dos clases de televidentes. Los primeros son 2,500 consumidores que en forma habitual ven programas familiares, interesados en comprar canales de corte familiar, noticieros, programas educativos y deportes. Ocasionalmente ven programas para adultos. Por otra parte, los segundos ascienden también a 2,500 personas que ven programas de adultos, se interesan en programas de contenido fuerte: violencia, lenguaje informal, programas de análisis más profundos. Ocasionalmente también ven programas de contenido familiar. Se supone que los estudios de mercado identifican porcentajes, pero no se puede identificar a cada segmento. Por lo tanto, es difícil practicar algún tipo de discriminación de precios.

Ahora bien, se supone que todos los costos son de naturaleza fija y que los costos variables son cero, como sucede regularmente en las telecomunicaciones, de tal manera que la empresa encuentra los máximos beneficios, cuando sus ingresos son máximos. La tabla 5, muestra como el segmento “familia” está dispuesto a pagar más por los canales de orientación familiar, y menos por los de adultos. Y viceversa, la comunidad que prefiere canales para adultos estarán dispuestos a pagar más por esos canales y menos para los de carácter familiar.

Tabla 5
Precios de reserva. Mercado de TV-cable

Número de televidentes	Orientación	Precios de Reserva (\$)		
		Sólo paquete Familiar	Sólo paquete Adultos	Paquete Familia +Adultos
2500	TV Familiar	150	75	225
2500	TV Adultos	50	150	200

Fuente: Elaboración propia.

De tal manera que si se toma, la demanda de los televidentes familiares, el precio del *bundling*, que aceptarían, sería la suma de los precios individuales que están dispuestos a pagar, es decir \$225 de renta al mes. Por su parte los televidentes “adultos”, están dispuestos a pagar \$150 por los canales para adulto y \$50 por los de orientación familiar, entonces la demanda del paquete sería por un precio de \$200 por mes.

Con el fin de incrementar las utilidades con el *combo* las demandas individuales deben satisfacer dos requisitos claves:

1. Los diferentes consumidores deben tener diferentes gustos por los bienes. De esta forma se asegura tener diferentes precios de reserva.
2. Las demandas deben estar negativamente correlacionadas.⁷ En la tabla 5 se puede observar esta correlación cruzada. El sector familiar, coloca el valor más alto en el paquete familiar, \$150 y el más bajo para de contenido para adulto, \$75. Por su parte el segmento adulto, otorga el valor más bajo para el paquete familiar \$50 y el más alto para los de contexto adulto, \$150.

36

El cumplimiento de estas dos condiciones generalmente estimula la “venta de *combos*”. Sobre todo, cuando algún esquema de discriminación no puede ser implementado.

Cabe recordar que cuanto más se aproxime el precio de mercado al precio de reserva, mayor será el monto del *EC* que puede ser capturado. Es decir, si se puede inducir de algún modo, el precio de reserva, mayor es la posibilidad de incrementar las utilidades. Evidentemente, aquí se supone que la disposición a pagar por el paquete familiar y la disposición a pagar el de adultos son independientes. Así, lo máximo que se puede pagar por el paquete es calculado sumando los precios de los paquetes individuales.

Si los dos paquetes se traslapan (comparten algunos canales) entonces el precio de ambos paquetes podrá desde luego, ser menor que la suma de los dos precios, el del paquete familiar y el de adultos. Por lo tanto, se puede poner un precio más cerca al precio de reserva del *bundling*, capturando con esto más excedente, que el que se capturaría si se aplicara el precio uniforme.

Por tanto, se observa lo siguiente: no se recomienda establecer un precio uniforme, justamente por la correlación inversa entre las valoraciones, en el paquete familiar hay una diferencia de \$100 (150-50) y en el de adultos es de \$75 (150-75). Sin embargo, cuando los dos paquetes se venden como un *combo* la diferencia entre los precios de reserva es de \$25 (225-200).

⁷ En forma general, se puede lograr “venta en paquete” exitosa con la covarianza igual o menor a cero.

Como se puede apreciar, los precios de reserva del *combo* reducen la variabilidad de los precios de reserva individuales. Por lo tanto, el precio del *combo* está más cerca de lo que valora la gente. En seguida, se analizan las tres estrategias posibles para “Cabletodo”:

1. Fijar el precio tomando el precio de reserva máximo: Paquete familiar \$150 y paquete adulto \$150. Se venderían dos de esos paquetes con ingresos de \$750,000 mensuales ($\$150 \cdot 5000$ personas).
2. Fijar el precio en función de la valoración más baja, paquete familiar \$75 y paquete adulto \$50. Con ingresos de \$312,500 ($\$50 \cdot 2500 + \$75 \cdot 2500$), claramente es mejor la primera opción. En ausencia de “*bundling*” la opción 1 es la más rentable.
3. Fijar un solo precio del *bundling*. Ahora se puede establecer una estrategia que tome el precio de reserva del *bundling* para que entren todos los consumidores, con la posibilidad de tener 5,000 suscriptores con una renta mensual de \$1,000,000 ($\$200 \cdot 5000$ suscriptores).

Con el *bundling* se reduce la variabilidad en los precios de reserva, a través de los distintos tipos de consumidores, y le permite a “Cabletodo” transformar más, excedente del consumidor, en utilidades.

A manera de conclusión, se puede establecer el siguiente principio: cuando la diferenciación de precios (DP) no es posible, la venta en *combo* será más rentable que una estrategia de precios individuales, siempre y cuando se cumplan los dos requisitos clave mencionados anteriormente.

2.2 La naturaleza del “*bundling*”

En este apartado, se explora con más detalle la naturaleza de la venta en paquete, quizás una de las más eficientes de las estrategias para capturar valor. Los bienes “empaquetados” pueden ser de carácter general (comida rápida) o especializados (Telecomunicaciones). En muchas ocasiones, las firmas ofrecen el *combo* y también pueden ofrecer la venta por separado de los bienes. Este último aspecto, es lo que determina la diferencia entre el *combo* y la estrategia de ventas atadas.⁸

Una de las características que han generado el éxito de este modelo, es el hecho frecuente de que el precio del paquete es menor, que la suma de los precios individuales si estos se

⁸ El *bundling* no requiere que los productos sean complementarios perfectamente. Incluso cuándo hay correlación negativa favorece a esta estrategia de fijación de precios (EFP). El caso de la comida rápida es muy ilustrativo.

comprarán por separado. De esta forma se explota el concepto de la “contabilidad mental” del consumidor.

El *bundling*, mejora la información que se extrae de los clientes, debido a que se reduce la dispersión en su disposición de pago y permite mayores beneficios. Se captura más valor porque existen consumidores que tienen preferencias correlacionadas negativamente. Es decir, si dentro del segmento de consumidores que se atiende, un grupo X está dispuesto a pagar mucho por el artículo A pero no por el B , y por otra parte, hay grupo Y que puede pagar un precio más alto por el artículo B y uno menor por el A . Este ejemplo es un caso extremo de correlación negativa perfecta entre X y Y . Entonces, se puede ofrecer un *combo* formado por A y B y venderles mayor cantidad a los dos grupos.

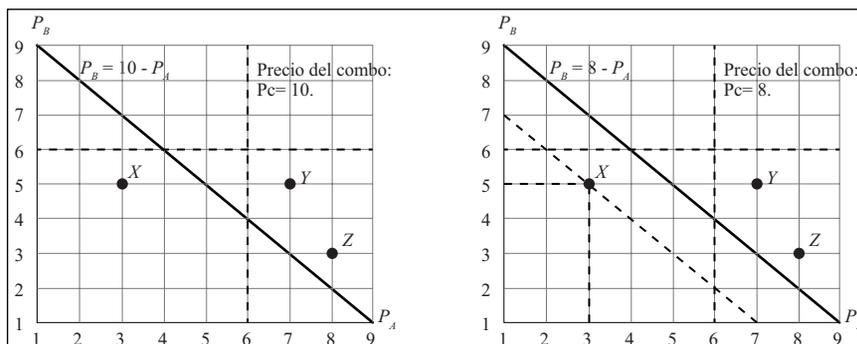
Las cosas se complican cuando esta correlación es positiva, sin embargo, y como se estudiará más adelante, puede haber posibilidad para el *combo* aun con correlación positiva, siempre y cuando el coeficiente de correlación se aproxime a cero.

2.3 Comportamiento del consumidor ante el *combo*

Ahora se verá de cerca por qué el *combo*, en ciertos casos, resulta tan conveniente, para todos los participantes en el mercado. Se supone que se tiene un restaurante que sirve un platillo fuerte A y un postre B y que asisten regularmente tres comensales: X , Y y Z , con gustos y preferencias distintas. Por el momento, el restaurante sólo ofrece servicio a la carta con los siguientes precios: el precio de A es \$6 y el de B es igual, de \$6.

En la gráfica 4, se expresa esta información más una idea aproximada del valor percibido de los tres comensales. En el eje Y se gráfica tanto los precios de reserva (valor) como los precios de mercado para el bien “ B ” (P_B). Por su parte en el eje x se gráfica el precio de reserva y el precio de mercado (P_A) del bien A . De acuerdo, a la gráfica 4.a, el comensal X tiene un precio de reserva de \$3 para los dos platillos A y B , él valora ambos platillos por debajo (en tres unidades) del precio publicado en la carta, de tal forma que X no consumirá algún platillo. Por otro lado, Y y Z solo compran el bien A , ya que su precio de reserva es mayor que el precio de mercado (precio a la carta), y por supuesto no comprarán B . En el caso del comensal Y , punto (7,5), tiene una percepción de valor de A que rebasa en 1 unidad al precio de mercado, es decir tendría un excedente igual a 1. Por su parte Z , punto (8.3), su percepción de A supera en 2 el precio publicado en la carta.

Gráfica 4
Preferencias de 3 consumidores y dos bienes



Fuente: Elaboración propia.

Con los precios publicados en la carta, el restaurante solo venderá dos unidades de *A* y obtendrá ingresos con un valor de \$12. Se generarán inventarios no deseados consistentes en una unidad de *A* y tres de *B*. Sin embargo, si la empresa diseña una estrategia más elaborada, como la venta de un *combo*, que incluya a los dos platillos (*A* y *B*) con un precio igual \$10 (en la gráfica 4.a se puede observar que la recta $P_B = 10 - P_A$ da todas las combinaciones posibles de precios de ambos platillos que dan como resultado un precio del *combo* igual a \$10), entonces, *Y* y *Z* consumirían ambos bienes y se venderán 2 unidades de *A* y 2 unidades de *B*, con ingresos de \$20, que es una situación mejor para clientes y empresa, a menos que los costos hagan reducir la rentabilidad.

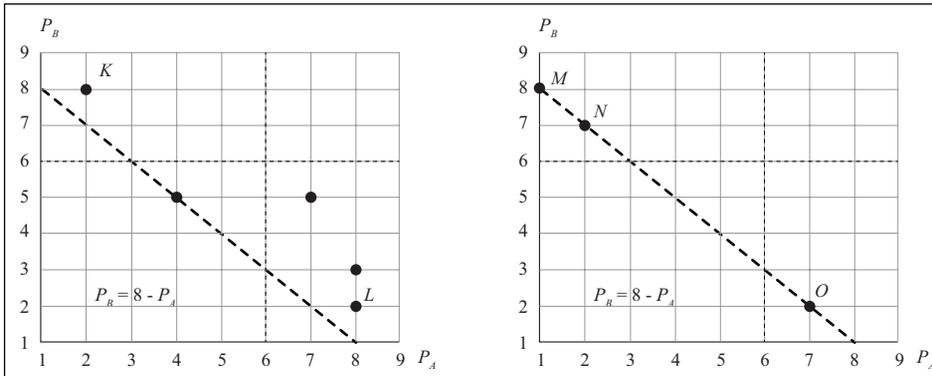
Si se ensaya otro precio del *combo* (P_C), por ejemplo, que se deduzca de la valoración del comensal *X*; $P_C = 3 + 5 = 8$, con este precio, ahora se tiene que los tres *X*, *Y*, *Z* comprarían el *combo*. La compra se realiza porque, la suma de sus precios de reserva, coinciden o superan el precio del paquete. Esta situación se revela en la gráfica 4.b,⁹ donde se observa que no hay consumidores insatisfechos y la empresa limpia sus inventarios con ingresos de \$24 en lugar de \$10 que sería el caso de la estrategia de precios a la carta.

Esta estrategia es aún más eficiente si el restaurante ofrece una opción mixta, es decir, el consumidor puede comprar el paquete con un valor de \$8 o comprar de manera separada *A* o *B* con un precio de \$6. Esto se puede observar en la gráfica 4(b), en la cuál se analizan los “excedentes” que perciben los consumidores.

⁹ En la gráfica 4.b se puede observar que la recta punteada muestra todas las combinaciones de precios que dan un precio del *combo* igual a 8.

Ahora, con un precio del *combo* de \$9, se supondrá que se han agregado dos clientes más: *K* y *L*. El consumidor *K*, que valora el platillo *B* en \$8 y en \$2 el *A*, punto (2,8), si compra el paquete solo tiene ganancia de una unidad, y si compra sólo el platillo *B* ganaría 2 unidades, así que sólo compraría *B*. En el otro extremo, el consumidor *L* con las siguientes valoraciones, \$8 por el platillo *A* y \$2 por el *B*, punto (8, 2), si compra el paquete tendría una ganancia de \$1y si sólo compra el platillo *A* ganaría \$2, así que solo compraría *A* (gráfica 5.a).

Gráfica 5
Preferencias de consumidores y dos bienes



Fuente: Elaboración propia.

Ahora suponga que hay tres comensales (*M*, *N*, *O*) ubicados sobre la línea que define el precio del *combo* igual a \$9, véase grafica 5.b. Es decir, estos comensales, se encuentran en equilibrio (no tienen excedentes) y muestran las siguientes valoraciones *M* (1,8), *N* (2, 7) y *O* (7,2). Por otra parte, los costos unitarios para producir el platillo *A* es \$3 y el de *B* es de \$2. Si se aplica una estrategia de fijación de precios (EFP) lineal, con los siguientes precios: $P_A = \$6$ y $P_B = \$6$, entonces *M* y *N* sólo compran *B* mientras que *O* sólo compra *A*. El ingreso para el restaurante sería de \$18, de comprar 2 unidades de *B* y una de *A*, con una rentabilidad de $\$18 - \$7 = \$11$. Con estos precios, no se capturaría todo el excedente de *M* y *N*. En cambio, si se vende un *combo* a \$9, los ingresos son de \$27 y la rentabilidad es mayor ($27 - 21 = 12$). Aún en este caso extremo donde los consumidores están en el límite de comprar o no, el *combo* funciona. La clave de este mayor beneficio, ya se ha comentado ampliamente, es la diversidad de consumidor.

A manera de ejemplo, se puede mencionar el caso de los procesadores de texto y la hoja electrónica, en un principio, se vendían como productos separados, pero durante los 90's se empezaron a vender como parte de un conjunto "suite office". Además, los consumidores podrían comprarlo en forma separada, los fabricantes aplicaron un *bundling* mixto. Ahora la "suite office" de Microsoft, es el *combo* más popular de la economía digital. La explicación

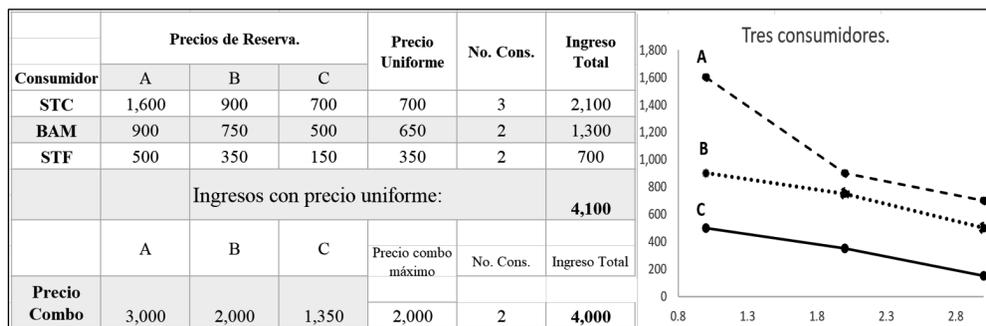
del éxito inicial es la diversidad del consumidor, habrá escritores que pongan un alto valor al procesador de textos y muy bajo valor a la hoja electrónica y habrá financieros que valoren exactamente a la inversa. En el presente los usuarios adquieren este *combo* y es muy difícil que alguien trate de comprar los elementos por separado. Hay suficiente evidencia de la correlación negativa en la demanda de *software* de oficina. *Habrà personas que estén dispuestos a pagar oro por Power Point y cacahuates por Acces. Y viceversa.*

Aplicación 2. “Bundling” en las telecomunicaciones¹⁰

Sea la empresa “Telefix”, que ofrece tres principales servicios: telefonía fija, servicio de internet de banda ancha y telefonía celular. Los usuarios pueden elegir uno de estos servicios o una combinación de los tres, con la particularidad de que la suma de los precios individuales difiere de los precios de las combinaciones que se ofrezcan. La empresa puede elegir la venta del *combo* solamente “*pure bundling*” o puede tener una estrategia mixta, esta última como se ha mencionado, también permite comprar los bienes individualmente. Esto dependerá del objetivo de maximización de beneficios.

La industria de las telecomunicaciones tiene una estructura de costos definida fundamentalmente por altos costos fijos, donde los variables o marginales son mínimos. De forma que una empresa que maximiza ingresos, automáticamente también maximiza utilidades. Es tan grande la diferencia entre costos fijos y variables que no se pierde generalidad si suponemos que los costos marginales sean cero. Se supone que hay tres consumidores, *A, B y C*. En la tabla 6, se presentan los precios de reserva por consumidor, por ejemplo, el consumidor *B* está dispuesto a pagar \$600 por el servicio de banda ancha *BAM*.

Tabla 6
Simetría en las preferencias. Caso de las telecomunicaciones



Fuente: Elaboración propia.

¹⁰ La presente aplicación tiene como referencia a un caso del libro: *Innovative pricing strategies to increase profits*. Daniel Macbuerger. 2011. BusinessExpert press.

Si se aplica la estrategia de “precio uniforme”, entonces es claro que los precios deben ser los siguientes: si el precio del servicio de telefonía celular (*STC*) es de \$700, se obtendrá un ingreso de \$2,100 con tres consumidores, ya que el precio de reserva menor es justamente de \$700, y los tres consumidores están dispuestos a pagarlo. Con un precio de *BAM* de \$650, el ingreso es de \$1,300 con solo dos consumidores, ya que el consumidor *C*, tiene una valoración de \$500, muy por debajo del precio de mercado. Si el precio de línea fija (*STF*) es de \$350, el ingreso será de \$700 y habrá dos consumidores, el *A* y *B*, igual que en el caso anterior el consumidor *C* no participará. Con estos precios, se tendrá un ingreso total de \$4,100, que es la suma de los tres ingresos: $STC + BAM + STF$.

De acuerdo con la tabla 6, si se ofreciera un *combo*, la disposición a pagar de *A*, *B* y *C* por el paquete sería, *A* estaría dispuesto a pagar \$3,000, que resulta de la suma vertical de la columna *A* y el resultado se presenta en el renglón “precio *combo*”. Por su parte, *B* estaría dispuesto a pagar \$2,000 y *C* \$1,350. Entonces, si se pone un precio del paquete en \$1,350 se tendrían 3 clientes comprando los tres servicios generando ingresos de $\$1,350(3) = \$4,050$, que es menor que el ingreso obtenido con la estrategia de precios tradicional. Sin embargo, si se fija un precio del *combo* en \$2,000, se conseguirán dos consumidores con una rentabilidad de $\$2,000(2) = \$4,000$. Es el mejor resultado que se puede conseguir con un *combo* de \$2,000 (véase el último renglón de la tabla 6). Sin embargo, sigue siendo menor al primer resultado conseguido.

De esta manera y como se pudo observar, la venta en paquete no funciona cuando la valoración relativa de los consumidores no difiere, como se aprecia en la gráfica junto al cuadro, es decir, *A* valora los 3 servicios más que *B* y *C*. A su vez, *B* valora los tres servicios más que *C* ($900 > 700$, $750 > 500$, $350 > 150$). Entonces, hay una cierta “simetría” en las valoraciones, hay un orden estricto en sus preferencias.

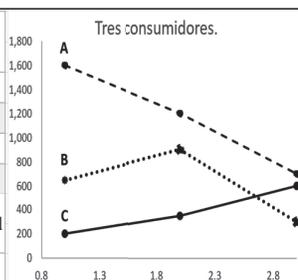
Ahora bien, si la valoración fuera otra, como la que se muestra en tabla 7, la cual tiene la misma información, pero ordenadamente de manera diferente, donde no hay un orden estricto en las preferencias, las correlaciones entre las valoraciones cambian. *A* valora más el *STC* (\$1,500) que *B* y *C*. Por su parte, *B* valora más *BAM* (\$1,000) que *A*, y *C* valora más el servicio de telefonía fija, *STF* (\$350), que los otros dos consumidores.

Si la empresa ofrece el *combo*, la disposición a pagar de los tres consumidores sería: *A* estaría dispuesto a pagar \$2,450 por el paquete, *B* \$2,450 y *C* \$1,600. Si se establece un precio por el *combo* de \$1,600, se tendrían tres consumidores generando ingresos por $\$1,600(3) = \$4,800$, lo cual es muy superior al ingreso que se obtiene con el precio uniforme. Incluso se puede establecer un precio por el paquete de \$2,450 con ingresos de \$4,900, solo que se perdería un consumidor.

Cuando las valoraciones relativas de los consumidores no difieren el *bundling* no aumentan los ingresos de la empresa ($A > B > C$). Cuando sí difieren, el *bundling* funciona bien porque la empresa puede vender más unidades a un número mayor de consumidores.

Tabla 7
Asimetría en las preferencias. Telecomunicaciones

Consumidor	Precios de Reserva.			Precio Uniforme	No. Cons.	Ingreso Total
	A	B	C			
STC	1,600	1,200	700	700	3	2,100
BAM	650	900	300	650	2	1,300
STF	200	350	600	350	2	700
Total de ingreso precio uniforme						4,100
	A	B	C	Precio combo máximo	No. Cons.	Ingreso Total
Precio Combo	2,450	2,450	1,600	1,600	3	4,800



Fuente: Elaboración propia.

Aplicación 3. Los mapas de correlación de las preferencias

Para generalizar las afirmaciones anteriores, se cambiará la dimensión del problema, se reducirá el número de servicios a dos y se aumentará el número de consumidores a 18. Los dos servicios son: Internet (*BAM*) y servicio de teléfono celular (*STC*).

En las tres primeras columnas de la tabla 8, se muestran los precios de reserva para cada servicio, así como para el *combo*. Evidentemente, el precio del paquete es la suma de los precios de reserva. Las siguientes 3 columnas son los mismos datos ordenados de mayor a menor. Finalmente, las últimas tres columnas son los ingresos que se obtienen de multiplicar los precios de reserva de las columnas 4, 5 y 6, por el número de consumidores que pueden pagar ese precio.

De acuerdo a la tabla 8, si se tomara la decisión de fijar un precio general del *combo* (*STC* + *BAM*) en \$2,468, sólo se tendrá un consumidor, el *Q*, y los ingresos serían de \$2,468. Si el precio fuera de \$2,207, se atenderían a dos consumidores (*J* y *Q*) con ingresos de \$4,414. Si el precio fuera de \$2,158, se tendrían 3 clientes (*G*, *J* y *Q*) con ingresos de \$6,474 y así sucesivamente.

Si se ordenan los precios descendientemente (columnas 4, 5 y 6), se ve que el ingreso máximo de \$13,118 se obtiene cuando el servicio de celular se cobra a \$937, y se tienen 14 consumidores. Por otra parte, si el servicio de internet se cobra a \$632 se atienden a 11 participantes con ingresos de \$6,952. La suma de los dos ingresos es \$20,070 (13,118 + 6,952).

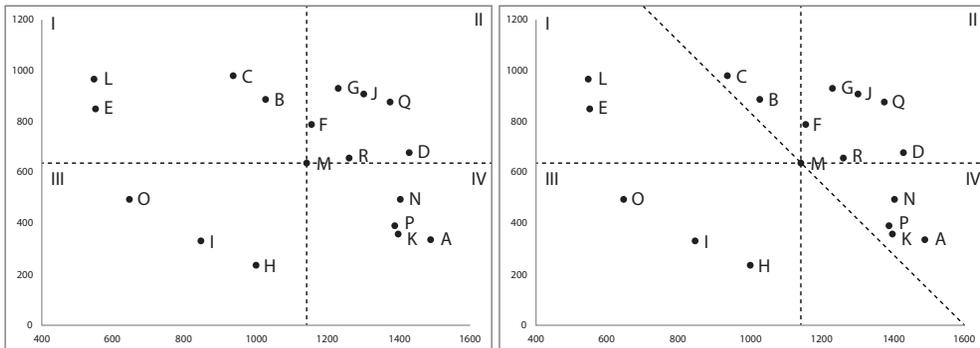
Por otro lado, si se establece un precio del *combo* (*STC* + *BAM*) de \$1,775, quedarían fuera los consumidores: *E*, *H*, *J*, *K*, *L*, *O* y *P*, pero se alcanzaría un ingreso de \$22,815 (columna 9). La información de la tabla 8 puede observarse en la gráfica 6, con 4 cuadrantes, donde en el eje *x* se encuentran los precios de reserva del *STC* y en el eje *Y* están los precios de la *BAM*. Los ejes de simetría están dados por las coordenadas del consumidor *M*, punto (1,143, 632), cuya suma es el precio del *combo* (\$1,775) para obtener un ingreso máximo de \$22,815.

Tabla 8
Precios de Reserva. Dos bienes, 18 consumidores

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Precios de Reserva (\$)						Ingresos (\$)			No.
	<i>STC</i>	<i>BAM</i>	<i>Combo</i>	<i>STC</i> ₀	<i>BAM</i> ₀	<i>Combo</i> ₀	<i>STC</i> ₀	<i>BAM</i> ₀	<i>Combo</i> ₀	Cons.
A	1492	332	1824	1492	976	2248	1492	976	2248	1
B	1028	886	1914	1427	963	2207	2854	1926	4414	2
C	937	976	1913	1405	926	2158	4215	2778	6474	3
D	1427	675	2102	1373	906	2102	5596	3624	8408	4
E	550	850	1400	1301	886	1936	6950	4430	9680	5
F	1150	786	1936	1300	875	1914	8238	5250	11484	6
G	1232	926	2158	1290	850	1913	9107	5950	13391	7
H	999	235	1234	1261	786	1912	10088	6288	15296	8
I	845	331	1176	1232	675	1895	11088	6075	17055	9
J	1301	906	2207	1150	651	1824	11500	6510	18240	10
K	1399	356	1656	1143	632	1779	12573	6952	19569	11
L	548	963	1511	1028	495	1775	12336	5940	21300	12
M	1143	632	1775	999	490	1755	12987	6370	22815	13
N	1405	490	1895	937	389	1511	13118	5446	21154	14
O	646	495	1141	845	356	1400	12675	5340	21000	15
P	1390	389	1679	646	332	1234	10336	5312	19744	16
Q	1373	875	2248	550	331	1176	9350	5627	19992	17
R	1261	651	1912	548	235	1141	9864	4230	20538	18

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 6 y 7
Asimetría en las preferencias. Telecomunicaciones. Dos bienes 18 usuarios



Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, se tiene lo siguiente, los consumidores (B , C , E , y L) en el cuadrante I comprarían el servicio de internet de banda ancha (BAM) porque su precio de reserva excede los \$632 y no estarían dispuestos a contratar el servicio de teléfono celular. Por su parte, los consumidores del cuadrante III (A , K , N , y P) estarían en la situación opuesta; contratarían el servicio de telefonía celular pero no el servicio BAM . Sobre el cuadrante II se encuentran los consumidores que contratan los dos servicios, porque sus precios de reserva superan los precios determinados por las coordenadas de M . Por su parte, en el cuadrante IV , están tres consumidores (H , I y O) que no compraran alguno de los servicios, porque sus precios de reserva son menores respectivamente a las coordenadas del punto M .

A continuación, se verán las implicaciones en los ingresos si se quiere establecer una venta en paquete. Como se distinguió en la tabla 8, el precio del *combo* que maximiza el ingreso es de \$1,775, con ingresos de \$22,815, con esta estrategia, no solo se incrementan los beneficios, sino también se observa lo siguiente: los consumidores C y B que antes solo contrataban el STC , ahora compran ambos servicios, lo mismo pasa con los consumidores, A , K , N y P , que antes solo contratan BAM , ahora contratan el *combo*. Véase grafica 7.

Sin embargo, los consumidores que quedan fuera del mercado son cinco (E , P , D , I y Q) como se muestra en la gráfica 7. Esta estrategia incrementa el bienestar social, porque aumenta el número de consumidores. Los clientes que sólo iban a comprar uno de los servicios, comprarán dos, que son precisamente los ubicados en los cuadrantes I y III .

Los consumidores en el cuadrante II son los indiferentes puesto que podrían comprar el paquete o comprar por separado, pero con el *combo*, tienen ganancia extra en su excedente. Entonces, la venta en paquete convence a seis consumidores más.

Por ejemplo, el consumidor P estaba dispuesto a contratar sólo el servicio de telefonía celular a \$1,390 y su precio de reserva para la BAM es de \$389. Al final estaba dispuesto a contratar un *combo* de \$1,779 y si se le ofrece uno de \$1775, lo aceptara de inmediato ya que le produce una “ganancia” de \$5.

Por su parte, el consumidor C podría pagar \$937 por el servicio del celular y \$976 por la BAM . Si se fijaran los precios por separado, este consumidor sólo contrataría la BAM al precio de mercado, pero ahora con el *combo* que él valora en \$1,913, también lo adquiere.

Como ya se comentó, no siempre funciona la venta en paquete, el éxito dependerá del orden de preferencias. En la tabla 9, se muestra que las valuaciones relativas no varían, es decir, se observa una simetría muy definida, lo cual se corrobora en la gráfica 8, en donde se puede observar que la valoración del *combo* presenta un orden muy preciso.

Tabla 9
Precios de Reserva. Orden específico. Dos bienes, 18 consumidores

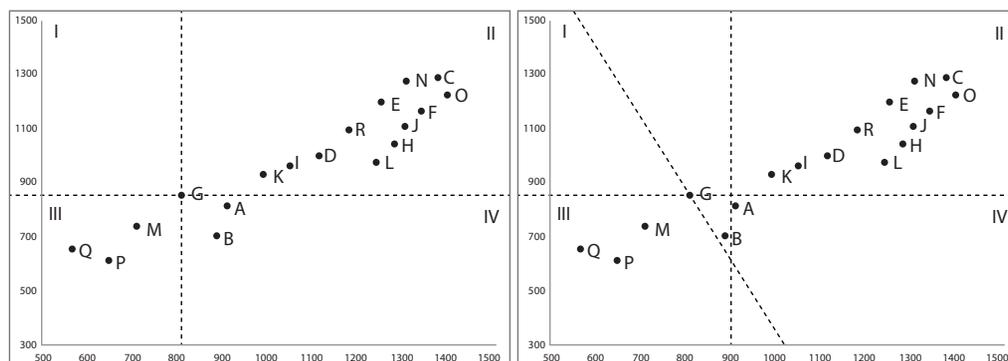
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Precios de Reserva (\$)						Ingresos (\$)			No. Cons.
	<i>STC</i>	<i>BAM</i>	<i>Combo</i>	<i>STC</i> ₀	<i>BAM</i> ₀	<i>Combo</i> ₀	<i>STC</i> ₀	<i>BAM</i> ₀	<i>Combo</i> ₀	
<i>A</i>	912	812	1724	1404	812	2667	1404	812	2667	1
<i>B</i>	889	700	1589	1382	1285	2623	2764	2570	5246	2
<i>C</i>	1382	1285	2667	1344	1274	2587	4032	3822	7761	3
<i>D</i>	1115	996	2111	1313	1219	2498	5252	4876	9992	4
<i>E</i>	1256	1189	2445	1305	1189	2445	6525	5945	12225	5
<i>F</i>	1344	1154	2498	1287	1154	2405	7722	6924	14430	6
<i>G</i>	812	852	1664	1256	1100	2325	8792	7700	16275	7
<i>H</i>	1287	1038	2325	1245	1096	2280	9960	8768	18240	8
<i>I</i>	1046	963	2009	1184	1038	2221	10656	9342	19989	9
<i>J</i>	1305	1100	2405	1115	996	2111	11150	9960	21110	10
<i>K</i>	995	932	1927	1046	976	2009	11506	10736	22099	11
<i>L</i>	1245	976	2221	995	963	1927	11940	11556	23124	12
<i>M</i>	715	740	1455	912	932	1724	11856	12116	22412	13
<i>N</i>	1313	1274	2587	889	852	1664	12446	11928	23296	14
<i>O</i>	1404	1219	2623	812	740	1589	12180	11100	23835	15
<i>P</i>	646	612	1258	715	700	1455	11440	11200	23280	16
<i>Q</i>	569	650	1219	646	650	1258	10982	11050	21386	17
<i>R</i>	1184	1096	2280	569	612	1219	10242	11016	21942	18

Fuente: Elaboración propia.

En este caso muy particular (tabla 9), la empresa no incrementara, necesariamente sus utilidades, si ofrece un *combo*, 13 de los 18 consumidores (cuadrante II) pueden comprar de manera separada los dos servicios porque su precio de reserva es mayor que los precios de \$889, (celular) y \$932 (*BAM*) respectivamente. Por ejemplo, todos los consumidores a la derecha de *K* pueden pagar precios superiores o iguales a \$995, por el servicio de telefonía celular y de \$932 por el de internet de banda ancha.

Si la empresa optimiza de manera habitual, los precios que maximizan ingresos son: \$8,890 por el precio del *STC* y \$932 por el de *BAM*, esto genera un ingreso de: \$24,562 ($889 \cdot 14 + 932 \cdot 13$) atendiendo a 14 consumidores. Solo los clientes, *M*, *Q* y *P* no participarían con estos precios.

Gráfica 8 y 9
Simetría en las preferencias. Dos bienes 18 usuarios



Fuente: Elaboración propia.

Si se ofrece un *combo*, a un precio de \$1,664 (\$812 por *STC* y \$352 por *BAM*), que está determinado por las coordenadas del punto *G* y que también es el que garantiza la máxima rentabilidad, habría 14 consumidores, generando un ingreso de \$23,296, véase la gráfica 9. Los ingresos son menores para la empresa y se sacrifica a un número mayor de clientes.

Finalmente, en este caso la venta en paquete no funciona más. No se puede animar a más consumidores y no se puede tener mayor ingreso. La razón es por la alta “correlación” de las preferencias.

Es importante notar el comportamiento del consumidor *B*, efectivamente no tiene incentivos para comprar el paquete, pero si está dispuesto a comprar el *STC* ya que su valoración está por arriba de \$812, es decir, si se vendiera este servicio de forma separada.

Como ya se ha comentado, la empresa puede mejorar sus ingresos si ofrece lo que se conoce como “*mix bundling*”. Por ejemplo, en el caso de *B* que puede comprar el servicio de *STC*, pero no está interesado en comprar Internet de banda ancha *BAM*, la empresa perdería a este consumidor si ofreciera solamente el *combo*.

Conclusiones

Entre más alta sea la correlación entre las preferencias (precios de reserva) menos oportunidad habrá para la venta en paquete. Lo conveniente es que no haya una correlación estricta. Siempre que haya personas que están dispuestas a pagar mucho por un bien “*X*” y muy poco por otro bien “*Y*”, y que por otro lado, se encuentren personas que tienen una preferencia contraria; que desean pagar poco por “*X*” y mucho por “*Y*”, habrá oportunidad para la venta en *combo*, beneficiando simultáneamente a la empresa y a los consumidores.

Por lo tanto, cuando la asimetría no es la suficiente para garantizar una mayor rentabilidad, se puede ensayar una estrategia de fijación de precios mixta.

Bibliografía

- Ariely, D. (2010). Predictably Irrational. The hidden forces that shape our decisions. HarperCollins e-books.
- Besanko, D., Dranove D. y Shanley M. (2010). Economics of Strategy. John Wiley and Sons, 5th edition.
- Besanko B. and Braeutigam R. (2010). Microeconomics. John Wiley & Sons, 4th edition.
- Brickley, J. A., Smith, C.W. y Jerold L. Z. (2009). Managerial Economics and Organizational Architecture. McGraw Hill, 5th edition.
- Castillo M. (2010). La estrategia de fijación de precios no lineal. Revista Análisis Económico, 60, UAM, Azc.
- Castillo M. y Mendoza J. (2018). Algoritmos básicos para la discriminación de precios de segundo grado, en Economía Aplicada. UAM-UASLP, Edit. Planeta.
- Castillo M. y Mendoza J. (2014). La discriminación de precios y otras estrategias para capturar valor. Una interpretación Económica. Edit. Emprendedores en acción. Primera edición, México.
- Castillo M. y Mendoza J. (2016). Naturaleza de la diferenciación de precios para un mismo bien. Revista Tiempo Económico, XI (33), 27-45. UAM-A. 2016.2017.
- Castillo M. y Palancares, L. (2010). La naturaleza de los bienes digitales, su competencia y estrategias para capturar valor. Tiempo Económico, V (15), UAM.
- Kreps, D. M. (2003). Microeconomics for Managers. W.W. Norton & Company.
- Macbarger, D. (2011). Innovative pricing strategies to increase profits. Business Expert press.
- Mohammed, R. (2012). The 1% Windfall. How successful companies use price to profit and grow. Harper Collins e-books.
- Nagle T. y Holden R. (2002). The Strategy and Tactics of Pricing. A guide to profitable decision making. Prentice Hall. 3th edition.
- Pindyck R. S. and Rubinfeld D. (2001). Microeconomics. Prentice Hall. 7th edition.
- Raju J. and Zhang, Z. (2010). Smart Pricing. How Google, Priceline, and Leading Businesses Use Pricing Innovation for Profitability. Pearson Education.
- Thomas Christopher and Maurice Ch. (2010). Managerial Economics. Foundations of business analysis and strategy. Mcraw-Hill. 10th edition
- Thaler, R. and Sunstein, C. (2009). Nudge Improving Decisions About Health, Wealth and Happiness. Penguin Books.
- Winston, W. (2004). Data Analysis and Business Modeling. Microsoft Press.

USO DE SOFTWARES ESTADÍSTICOS/ECONOMÉTRICOS, COMO HERRAMIENTAS EN LA INVESTIGACIÓN ECONÓMICA Y ADMINISTRATIVA

Armando Reyes Robles*
Fernando Guadalupe Gaona Montiel**
Juan Mendoza Pérez***

(Recibido: 31-octubre-2017 – Aceptado: 17-enero-2018)

49

Resumen

El objetivo de este estudio es describir los softwares estadísticos/econométricos más utilizados en la investigación. Este análisis sugiere el uso de programas estadísticos sofisticados aplicados en las ciencias sociales. Los resultados muestran un interesante avance para calcular variables utilizando modelos de auto-correlación ARCH, GARCH, ARIMA, *Regresión Beta*, *Bootstrapping*, entre otros. La evidencia empírica muestra que ahora es más sencillo para los investigadores utilizar el programa a su conveniencia de acuerdo a su área, que desarrollar todo el procedimiento con los métodos tradicionales, serían muy difíciles y sobre todo, aquellos en que las soluciones llevan repetidos cálculos para mostrar el comportamiento de las variables.

Palabras clave: Métodos de estimación, Cálculo matricial, Regresión y Series Temporales.

Clasificación JEL: C1, C16, C65, C88

- * Doctorante en Administración Pública y profesor de la Facultad de Contaduría y Admón., UAEMEX. Correo electrónico: armando.reyes.robles@gmail.com
- ** Profesor-Investigador del Departamento de Economía, UAM-I. Correo electrónico: fgaona_25@hotmail.com
- *** Profesor-Investigador del Departamento de Economía, UAM-I. Correo electrónico: mpjuan61@hotmail.com

Use of statistical / econometric software, as tools in the economic and administrative

Abstract

The objective of this study is to describe the statistical / econometric softwares most used in research. This analysis suggests the use of sophisticated statistical programs applied in the social sciences. The results show an interesting advance to calculate variables using self-correlation models ARCH and GARCH, ARIMA, Beta Regression, Bootstrapping, among others. The empirical evidence shows that it is now easier for researchers to use the program of their convenience according to their area, that to develop the whole procedure with traditional methods, would be very difficult and above all, those in which the solutions carry repeated calculations for show the behavior of the variables.

Keywords: Estimation Methods, Matrix Calculation, Regression and Temporary Series.

JEL Classification: C1, C16, C65, C88

50


Introducción

En el presente trabajo, se muestran algunas características y facultades que han tenido los *softwares*¹ estadísticos y econométricos, que actualmente operan en el mercado. Se señala su sofisticación y aplicación tan importante que tiene en la investigación. En cuanto a calidad de información, debe ser considerado que no sólo depende de la veracidad, oportunidad y el tratamiento de los datos, sino que se convierte en un activo intangible para los negocios, cuando está construida sobre una base de datos, que permita los buenos análisis y mejores decisiones.

Hoy en día, hay numerosas demandas y necesidades para extraer información útil y valiosa de bases de datos. No obstante, muchas veces no sabemos por qué herramienta estadística decantarnos. Por ello, les proponemos una selección y comparativa de los mejores paquetes estadísticos para la investigación social y de mercados.

Suele ser deseable algunas características en estos paquetes estadísticos, en términos de su capacidad, funcionalidad y sus características distintivas, ya no sólo para apoyar en el análisis de datos y a la representación de resultados. La recopilación de dichos datos puede hacerse por variables o series, mediante la realización de encuestas o con bases de datos, ya

¹ Programa o paquete que lleva a cabo tareas estadísticas y la resolución de un problema, en un lenguaje de máquina apropiado. Un medio que apoya el uso de la computadora, junto al sistema operativo que le fue instalado.

recopiladas. A partir de explotar una base de datos, se puede obtener información sobre las preferencias de los clientes, necesidades latentes y deseos no satisfechos así como analizar los hábitos de compra. Los más sencillos tienen una interfaz por módulos o ventanas, y los más complejos suelen requerir ciertas sintaxis o lenguaje de programación.

El objetivo de este trabajo es la de revisar y analizar las principales herramientas y softwares, en su capacidad y funcionalidad, que se utilizan en el mercado. Intenta aportar el conocimiento de algunas herramientas, que con base en una metodología basada en el uso de una estadística apropiada, pudiera ser aprovechada en la investigación.

Por la existencia de una amplia variedad de tecnologías, realmente pueden apoyar en la toma de decisiones y en el análisis de tendencias, pronósticos y de procesamiento estadístico en las empresas. En primer lugar, se hace un recuento de los principales software más utilizados en los negocios y, posteriormente, se identifican sus características y su capacidad para ser empleados en la investigación. Finalmente, se utilizan el Stata y el Matlab en ejemplos prácticos, para describir su potencial despliegue de gráficas y cálculos. A la fecha, no se han utilizado algoritmos y métodos exclusivamente matemáticos, que permitan usarse para definir tendencias y fenómenos económicos, lo cual no es el propósito de este material.

1. El papel de los Softwares, como herramientas en operaciones de negocios e investigación

Hay numerosos paquetes estadísticos, y si tenemos necesidades básicas o puntuales, se recomienda la utilización de hojas de cálculo tipo Excel, ya instaladas en la mayoría de ordenadores y donde a partir de fórmulas puedes obtener algunas funciones y gráficos. La principal función que nos ayuda a analizar datos son las tablas dinámicas. Sin duda, el software es un paquete estadístico con un conjunto de programas informáticos, específicamente diseñados para el análisis estadístico, a fin de dar solución a problemas, ya sea de estadística descriptiva o inferencial. Este grupo de programas y subprogramas se encuentran interconectados de tal manera que funcionan de modo conjunto (Gondar, 2000).

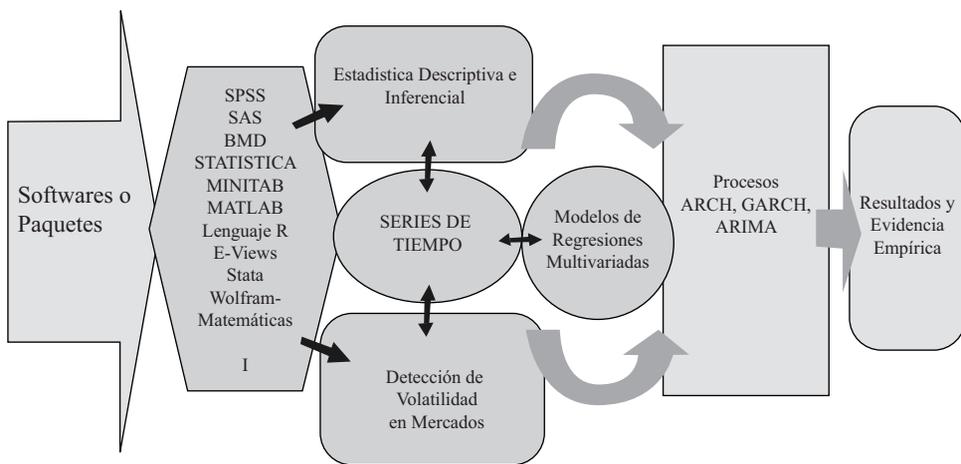
Algunos elementos a tener en cuenta a la hora de elegir un paquete estadístico son el costo de la licencia, el nivel de conocimiento que tenemos sobre estadística aplicada y programación, el tamaño del conjunto de datos a utilizar. Hay paquetes que cuentan con una mejor presentación de los gráficos, otros que tienen utilidades específicas que no tienen en otros programas, el formato en el que se pueden exportar los resultados.

El desarrollo de los programas ha permitido almacenar una gran cantidad de datos, a la vez que han facilitado su manejo. Existen en la actualidad un amplio conjunto de paquetes para el análisis estadístico y econométrico, que realizan complejas operaciones mediante unas instrucciones muy sencillas. Si los datos están disponibles en papel, las hojas de cálculo, como EXCEL, son un instrumento sencillo para introducir, preparar los datos y realizar ope-

raciones sencillas. Sin embargo, en general es conveniente utilizar programas econométricos específicos que contribuyan a acelerar los procesos de investigación.

Algunos de los más populares en los cursos de estadística y econometría, son Statistical Package for The Social Sciences o Paquete Estadístico para la Ciencias Sociales (SPSS), Statistical Analysis System (SAS), STATISTICA, MINITAB, MATLAB, lenguaje R, Open Stat, Genstat Discovery Edition, EVIEWS STATISTICAL SOFTWARE², STATA y WOLFRAM MATEMATICAS, entre otros (Figura 1).

Figura 1
Softwares estadísticos y econométricos



Fuente: Elaboración propia.

Una de sus principales facultades de estos programas, a diferencia de otros, radica en el desarrollo matricial avanzado. El uso del álgebra matricial permite presentar de una manera clara y sintética los desarrollos y resultados de los diferentes métodos econométricos.

2. Características de Softwares (Matlab y Stata), con algunas aplicaciones y ejemplos prácticos

En los últimos tiempos, los softwares se han sofisticado y son una herramienta útil para las empresas y los negocios. Las tareas más complicadas y difíciles se vuelven sencillas y de menor costo, en la medida que se usan algoritmos,² cuando se trata de operaciones repetitivas, de pronóstico y de verificar tendencias a futuro, a fin de apoyar la toma de decisiones.

² Se refiere a la prescripción de orden en que se ejecuta una serie de operaciones, para resolver un problema o llegar a un objetivo.

Para temas de economía, finanzas y de administración, se recurre a los paquetes estadísticos o software más conocidos, pero el mercado ahora nos brinda un conjunto amplio de funciones y de cálculos, que permiten el manejo de modelos o de series estadísticas, que pueden estar constituidas en bases de datos y en variables.

No hay un éxito seguro en la instrumentación de tecnologías y del uso de softwares, pues está sujeto a cubrir necesidades, que no involucran muchas veces las cuestiones económicas. Está de por medio temas de organización, financieros y de orden humano, en cuanto a capacitación.

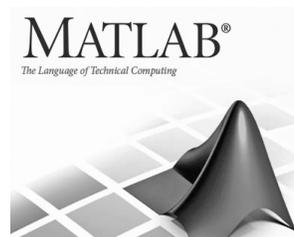
Con la innovación de nuevas herramientas, con el desarrollo de tecnologías y procesos más especializados, está ocupando personal más capacitado y se requiere de estrategias empresariales, que vayan a mejorar el valor de la empresa. Una decisión no sólo implica riesgos, sino que no se asegura un mayor de la inversión o de los rendimientos futuros. Esto implica evaluar el costo de oportunidad y que las decisiones, sean valoradas en un contexto de incertidumbre.

2.1 Matlab

El abordar problemas de economía, como el crecimiento económico, la localización de una industria o las decisiones de consumo. La teoría económica tradicional o cualquiera otra, se ha fortalecido con la creación de modelos que utilizan herramientas matemáticas. Entre las teorías se encuentran el equilibrio general, el comercio internacional y las aplicaciones en microeconomía, que se ven cada vez más formales y nutridas de ecuaciones matemáticas. Sin embargo, en muchos casos, es difícil hallar soluciones únicas y analíticas, que implican el uso de herramientas computacionales y de métodos numéricos, que se ven apoyados con la programación.

Se crea como solución a la necesidad de mejores y más poderosas herramientas de cálculo, con un lenguaje de alto nivel y entorno interactivo. Se ejecuta principalmente a través de una interfaz, con líneas de comandos y es bastante pesado al momento de instalarse. Se necesita mayor capacidad en el disco duro y un equipo más rápido (mayor memoria RAM). Para resolver problemas de mayor complejidad, es necesario aprovechar las capacidades del procesamiento de datos en grandes computadoras. Está dirigido a ingenieros y científicos, cuyo operador posea conocimientos en lenguaje de programación.

Es un entorno de computación y desarrollo de aplicaciones, totalmente orientado a llevar a cabo proyectos en donde se encuentren sofisticados elevados cálculos matemáticos, desarrollo de algoritmos y crear modelos, así como la visualización gráfica de estos. Entre los más usados, se encuentran la sección de Econometrics Toolbox, que se haya en MATLAB (LeSage, 1999).



El MATLAB integra análisis numérico, cálculo matricial, proceso de señal y visualización gráfica, en un entorno completo ante problemas y soluciones son expresadas del mismo modo en que se escriben sin necesidad de hacer uso de la programación tradicional (C/C, ++ ó Java).

2.2 STATA

Es un programa estadístico de bastante capacidad y de un relativo fácil manejo.³ Que permite analizar, manejar y representar gráficamente los datos. Se realiza un elevado número de operaciones, que van desde la simple manipulación de datos, hasta la aplicación de técnicas de estimación más complicadas (Banks, 1996). Existe la posibilidad, por ejemplo, la estimación de parámetros con observaciones de series temporales, de corte transversal y organizados en panel (Ferral, 1994).

54

Posee algunas secciones que incluyen la exploración y el análisis, como un primer paso para una aproximación a modelos más ajustados y de mayor certeza. En la actualidad, existen varios procesos para realizar un análisis econométrico, que nos brinde buenos resultados. Afortunadamente, el empleo del Stata permite la generación de matrices, con diferentes comandos, como es el “spmat” que crea, importa y manipula las matrices, además del uso de comandos especiales, que sirven para guardarlas (Drukker et al., 2013a, 2013b, 2013c).

Con el empleo del programa de Stata, suele ser compatible para utilizar cualquier método de estimación (González et al, 2009). El proceso va variar mucho, dependiendo de las series y la base de datos. Es común, el uso de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), con la suposición de una distribución normal de las perturbaciones aleatorias. O bien, se aplica el método de Máxima Verosimilitud (MV), también con una distribución normal. El uso del método de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG), implica que no sea necesario el supuesto de una distribución normal, pero se adapta a una teoría asintótica.

En la actualidad Stata es un programa ampliamente extendido tanto en el ámbito geográfico, como por el tipo de usuario (instituciones, centros de investigación, organismos públicos y empresas). Existe una diversidad de investigaciones que utilizan el programa Stata para ilustrar sus aplicaciones empíricas (Hamilton, 1997; Deaton, 1997). La principal ventaja sobre sus más cercanos competidores (por ejemplo Limdep, SAS, SPSS, TSP y Eviews) reside en su fácil uso y en la velocidad en el proceso de datos. La rapidez en el manejo de datos se debe, por una parte, a una programación eficiente e inteligente y, por otra, a que mantiene los datos

³ Contiene instrucciones precisas para aumentar el grado de significancia de las estimaciones, así como para robustecer los resultados, frente a los problemas que pudieran generarse al trabajar con variables y datos diversos.

en memoria RAM, mientras se trabaja con ellos. Este sistema también actúa como un sistema de seguridad, que impide reemplazar una base de datos hasta que se decida grabar sobre ella.

Aparte de la velocidad y la facilidad del manejo, otra gran ventaja de Stata es que cubre todas las etapas de una investigación empírica: edición y manipulación de datos, ejecución de órdenes de estimación de modelos econométricos y de contrastes de hipótesis y, por último, creación de gráficos y tablas. El programa Stata resulta ser compatible y disponible para diversos ambientes (Unix, Windows y Macintosh).

STATA

2.3 Aplicaciones y algunos casos utilizando MATLAB

Matlab tiene aplicaciones en diferentes áreas, ya que tiene herramientas financieras, econométricas, de cálculo (integrales, diferenciales, transformadas de Fourier), álgebra lineal etc. Es muy útil dentro del Cálculo diferencial e integral, por ejemplo se pueden realizar gráficas de volúmenes en 3 dimensiones.

55

Para insertar la siguiente función:

$$z = \sqrt{x^2 + y^2}$$

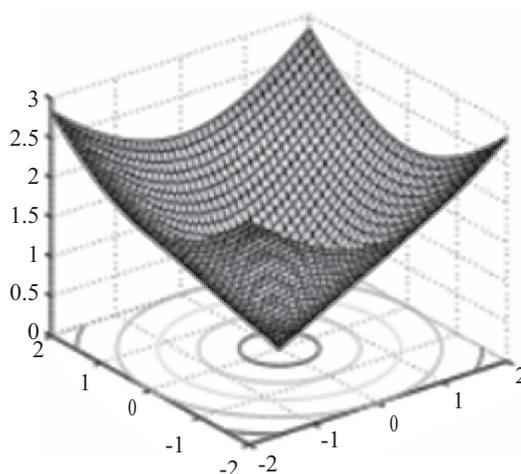
Es muy sencillo, solo con estos pasos:

```
>>[x,y]=meshgrid (-2:.1:2,-2:.1:2);
```

```
z = sqrt (x^2+y^2);
```

```
surf (x,y,z)
```

y nos despliega la siguiente gráfica:



La cual podemos girar y observar desde diferentes ángulos, si movemos el cursor nos indica exactamente la ubicación en el espacio (x,y,z) donde nos posicionamos.

2.4 Aplicaciones utilizando STATA

En cuanto a la volatilidad⁴ de los rendimientos y los mercados bursátiles, es posible aplicar un modelo econométrico multivariado, mediante el uso de matrices de varianzas, que ayuden en la identificación de la volatilidad condicional (Reyes, 2016). Se verifica la existencia de volatilidad en la serie de rendimientos de un activo a partir de los rezagos distribuidos en el tiempo, cuyo modelo lineal denominado Generalizados Autorregresivos Condicional Heterocedásticos (GARCH) tiene la capacidad de predecir la volatilidad, con base en una caminata aleatoria y el proceso estocástico (Angelidis et al, 2006; Johnson, 2000).

Para la aplicación que utilizamos en STATA versión 12 se consideró los datos históricos del Mercado de Derivados en México (MexDer), comparando los contratos mensuales de futuros y opciones desde el año 2010 hasta el 2016. En la siguiente tabla se muestra toda la estadística descriptiva (medidas de tendencia central y de variabilidad), así mismo se aplican modelos multi-variables, en específico aquí mostramos los datos del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC), para luego aplicar el modelo Garch en su evolución con cifras.

	<i>BMV (IPC) Puntos</i>
<i>Serie por meses</i>	
Enero 2010	31989.10
Febrero	31333.60
Marzo	32777.60
Abril	33563.40
Mayo	31611.40
Junio	31976.30
Julio	32119.40
Agosto	32194.97
Septiembre	32908.68
Octubre	34745.72
Noviembre	36383.04
Diciembre	37901.81
Enero 2011	37925.13
Enero 2016	43630.80
Febrero	43714.90

Continúa...

⁴ Se utiliza los modelos econométricos multivariados GARCH (Generalizados Autorregresivos Condicional Heterocedásticos) (Bollershev et al (1988).

Marzo	45881.10
Abril	45784.80
Mayo	45459.50
Junio	45966.50
Julio	46660.70
Agosto	47716.41
Septiembre	47119.28
Octubre	48011.50
Noviembre	45805.85
Diciembre	45468.72

Fuente: Elaboración con datos del Mexder.

Para la estimación de parámetros con el proceso GARCH, se utilizó el método de máxima verosimilitud y el empleo del software Stata. Este mismo software se usó en el modelo autorregresivo de heteroscedasticidad condicional (en inglés, ARCH, Autoregressive Conditional Heroscedasticity). La siguiente tabla muestra los indicadores del modelo Arch y Garch aplicado al IPC de los datos recolectados:

Resultados e indicadores del Modelo Arch (1,1) y Garch (1,1)

	<i>Coef.</i>	<i>Std. Err.</i>	<i>z</i>	<i>P>z</i>	<i>[95% Conf.</i>	<i>Interval]</i>
IPC _cons	40,759.87	40.81682	998.6	0	40,679.87	40,839.87
ARCH_IPC arch L1.	1.104257	0.1830403	6.03	0	0.745505	1.46301
GARCH L1.	-0.0041618	0.0158496	-0.26	0.793	-0.0352264	0.0269029
_cons	3,473.778	6,783.561	0.51	0.609	-9821.757	16,769.31

Fuente: Elaboración con datos del Mexder.

A continuación se presenta la varianza, desviación estándar, media, el rango, el sesgo, curtosis, cuartil 1, cuartil 2, cuartil 3, el número de observaciones, el dato más grande y el más pequeño.

<i>Variable</i>	<i>variance</i>	<i>sd</i>	<i>cv</i>	<i>se(mean)</i>	<i>range</i>
IPC	2.03E+07	4507.319	0.1112323	494.7425	16677.9

<i>Variable</i>	<i>skewness</i>	<i>kurtosis</i>
IPC	-0.4629114	2.130315

<i>Variable</i>	<i>p25</i>	<i>p50</i>	<i>p75</i>
IPC	37135.89	41038.7	44190.2

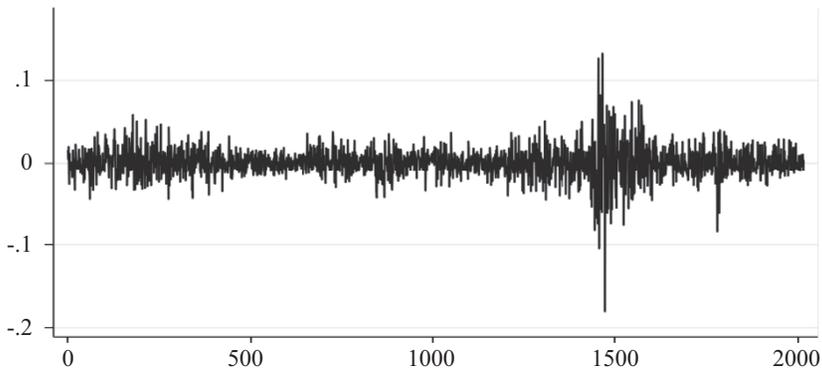
Continúa...

<i>Variable</i>	<i>Obs</i>	<i>Mean</i>	<i>Std. Dev.</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
ipc	83	40521.67	4507.319	31333.6	48011.5

Rendimientos diarios

Como parte de la capacidad del Stata, es ofrecer la siguiente gráfica que nos muestra el resumen de los rendimientos diarios del IPC, desde el año 2000 a 2016, en los cuales se haya un proceso de 2000 observaciones en este periodo.

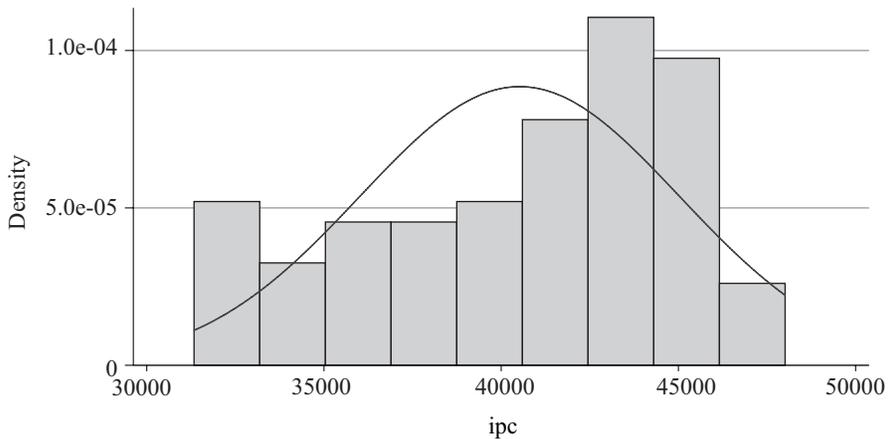
Rendimientos diarios del IPC, 2000 a 2016



Fuente Elaboración propia.

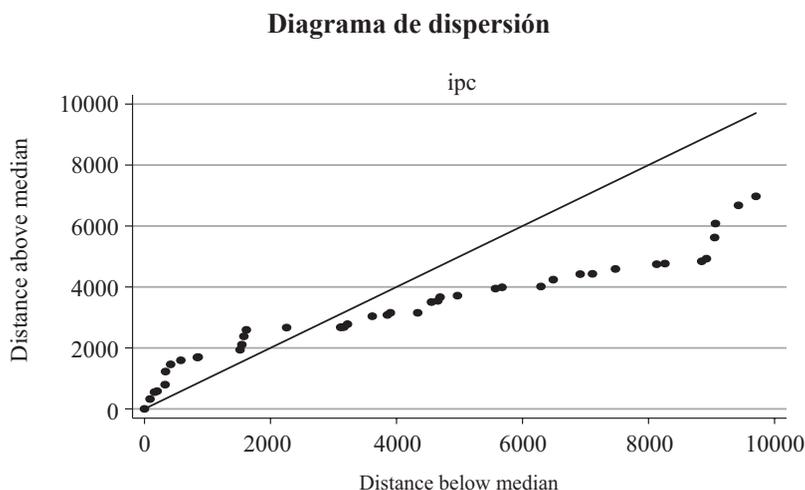
Las siguientes gráficas muestran la distribución normal considerando la función de densidad.

Distribución normal (utilizando la función de densidad)



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se observa el comportamiento de los datos del IPC en el diagrama de dispersión:

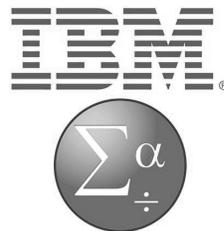


3. Características de otros softwares en las ciencias económico-administrativas

3.1 SPSS (*Statistical Package for The Social Sciences*)

Este programa integra una amplia variedad de técnicas para manipular y analizar datos estadísticos, proporcionando al investigador un conjunto de herramientas que le permiten cubrir muchas de las necesidades de análisis presentes en la investigación económica. Fue desarrollado por la Universidad de Chicago y es uno de los más difundidos. Es un paquete Estadístico, de uso general y de aplicación a las ciencias sociales, que integra procedimientos estadísticos y gráficos interactivos de alta resolución (Hernández, Fernández y Batista, 2006).

Sirve de apoyo al análisis de bases de datos, series y censos. Es útil para realizar análisis exploratorio desde el punto de vista gráfico, para realizar el análisis estadístico simple y avanzado. El programa sirve para el desarrollo de temas más especializados, como métodos cuantitativos, métodos de investigación, segmentación de mercados, finanzas, inferencia estadística, análisis multivariado, pronósticos con series de tiempo, métodos multivariados y otros.



3.2 SAS (*Statistical Analysis System*)

Comprende amplias posibilidades de procedimientos estadísticos (métodos multivariados, regresión múltiple con posibilidades diagnósticas, análisis de supervivencia con riesgos proporcionales y regresión logística) y permite cálculos exactos para tablas $r \times c$ y contiene potentes posibilidades gráficas. Todos los procedimientos pueden emplearse de una sola ejecución, los resultados pueden guardarse como archivos y usarse como entradas para futuras ejecuciones, es particularmente útil en la gestión de datos y en la redacción de informes, algunos procedimientos tienen varias opciones por lo cual debe examinarse cuidadosamente el manual antes de seleccionar la opción deseada, ofrece la mayor flexibilidad para personalizar el manejo y análisis de datos, sin embargo su principal inconveniente es que no resulta fácil aprender a usarlo.



60

3.3 *Statistica*

El paquete Statistica (aunque la marca está registrada como STATISTICA, en mayúsculas) es un paquete estadístico usado en investigación, para la minería de datos y en el ámbito empresarial. Lo creó StatSoft, empresa que lo desarrolló ampliamente y lo mantiene. StatSoft nació en 1984 de un acuerdo entre un grupo de profesores universitarios y científicos. Sus primeros productos fueron los programas PsychoStat-2 y PsychoStat-3. Después desarrolló Statistical Supplement for Lotus 1-2-3, un complemento para las hojas de cálculo de Lotus. Finalmente, en 1991, lanzó al mercado la primera versión de STATISTICA para MS-DOS.

Actualmente compete con otros paquetes estadísticos tanto propietarios, como SPSS, SAS, Matlab o Stata, como libres, como R. El programa consta de varios módulos. El principal de ellos es el Base, que implementa las técnicas estadísticas más comunes. Éste puede completarse con otros módulos específicos tales como:

Advanced: técnicas multivariantes y modelos avanzados de regresión lineal y no lineal

QC: técnicas de control de calidad, análisis de procesos (distribuciones no normales, Gage R&R, Weibull) y diseño experimental

Data Miner: minería de datos, análisis predictivos y redes neurales

El paquete puede ser extendido a través de una interfaz con el lenguaje R. Además, se pueden modificar y añadir nuevas librerías usando el lenguaje NET.

STATISTICA®

3.4 Minitab

Es un programa de computadora diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas. Combina lo amigable del uso de Microsoft Excel con la capacidad de ejecución de análisis estadísticos. En 1972, instructores del programa de análisis estadísticos de la Universidad Estatal de Pensilvania (Pennsylvania State University) desarrollaron MINITAB como una versión ligera de OMNITAB, un programa de análisis estadístico del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) de los Estados Unidos.

Este programa es un paquete estadístico que abarca todos los aspectos necesarios para el aprendizaje y la aplicación de la estadística en general. El programa incorpora opciones vinculadas a las principales técnicas de análisis estadísticos (análisis descriptivo, contrastes de hipótesis, regresión lineal y no lineal, series temporales, análisis de tiempos de fallo, control de calidad, análisis factorial, ANOVA, análisis cluster, etc), además de proporcionar un potente gráfico y de ofrecer total compatibilidad con los editores de texto, hojas de cálculo y bases de datos más usuales.



3.5 Lenguaje R

Es un lenguaje y entorno de programación para análisis estadístico y gráfico. Se trata de un proyecto de software libre, resultado de la implementación GNU del premiado lenguaje S. R y S-Plus -versión comercial de S- son, probablemente, los dos lenguajes más utilizados en investigación por la comunidad estadística, siendo además muy populares en el campo de la investigación biomédica, la bioinformática y las matemáticas financieras. A esto contribuye la posibilidad de cargar diferentes bibliotecas o paquetes con finalidades específicas de cálculo o gráfico.

Este programa se distribuye bajo la licencia GNU GPL y está disponible para los sistemas operativos Windows, Macintosh, Unix y GNU/Linux.

Fue desarrollado inicialmente por Robert Gentleman y Ross Ihaka del Departamento de Estadística de la Universidad de Auckland en 1993. Su desarrollo actual es responsabilidad del R Development Core Team.

El mayor inconveniente que podría presentarse con este software más utilizado en nuestro medio es el hecho de funcionar mediante comandos, lo que para algunos usuarios puede resultar engorroso. Para solventar esta dificultad existe un paquete llamado R Commander que permite utilizar R sin tener que escribir los comandos, es decir, con la sola utilización del ratón.



3.6 *Open Stat*

Es un paquete estadístico de software libre fue desarrollado por William Miller, diseñado especialmente para Windows y Linux (para este sistema operativo se trabaja la versión LinOStats) que ofrece una interfaz similar a SPSS. Inicialmente este software fue desarrollado como apoyo a los estudiantes y profesores en el área de estadística introductoria y avanzada de las ciencias sociales (Pico & Manzón, 2007).

Este paquete estadístico permite la manipulación de datos, cálculos estadísticos, financieros y económicos; además que cuenta con una interfaz similar a la de SPSS, genera gráficos sencillos de las distribuciones e histogramas, capaz de trabajar con datos de diversos formatos (bin, tex, txt, s4u). Algunas de sus características se mencionan a continuación:

- Un sistema interfaz bastante amigable al usuario
- Opciones para gráficos como pie, barras, líneas e incluso plots.
- Menú de ayuda gráfico y teórico, para realizar simulaciones y análisis descriptivos, de variabilidad, correlación, regresiones (simple, múltiple), probabilidad y financieros.
- Calculadora, procesador de textos y editor de textos.
- Se trabaja con el Código ASCII (Código Normalizado Americano para Intercambio de la Información), para ver el número del carácter que se haya en la celda.
- Se puede descargar de manera gratuita en Internet y ser usado diversos campos sin necesidad de tener una licencia para su uso y/o reproducción, es decir que se puede descargar e instalar sin costo. No obstante, no se puede modificar puesto que está restringido el acceso a su código fuente, conocido antes como OS3 y OS2, es uno de los más funcionales que encontramos en el software libre, ya que tiene acceso a muchas aplicaciones de manera directa sin necesidad de programación, además presenta una interfaz muy amigable y menús que permiten acceder a diferentes análisis, desde cualquier lugar del programa (Pico & Manzón, 2007).



3.7 *Eviews Statistical Software*

EViews, desarrollado por Quantitative Micro Software, contiene una amplia gama de técnicas de análisis econométrico. Muchos manuales de Econometría contienen un CD. con ejemplos prácticos en Eviews. Su página web con la información del programa es www.eviews.com

En el año 1986 esta firma desarrolla la primera versión de EViews, para ofrecer soluciones innovadoras para el análisis econométrico, como para la predicción y la simulación. Y aunque el programa tenía características muy básicas fue el inicio de una carrera para llegar al diseño actual.

Es fácil utilizar EViews complementos, ya que es de una infraestructura que proporciona un acceso transparente a los programas definidos por el usuario utilizando el comando estándar EViews, menú y la interfaz de objeto. El uso de complementos, puede agregar funciones definidas por el usuario de poder y sofisticación que son virtualmente indistinguibles de las características incorporadas.

Add-ins que ofrecen una nueva y emocionante forma de ejecutar programas EViews. Si se desea, se puede definir Add-ins posición que aumenta el idioma EViews con los comandos definidos por el usuario, especificando las nuevas entradas de menú para la interacción de apuntar y hacer clic con el botón del programa, y salida de la pantalla estándar de Windows en el programa EViews objeto.

A su vez los complementos y paquetes son programas EViews que, una vez instalados, se ven y se sienten como procedimientos incorporados EViews. Los paquetes normalmente se puede ejecutar desde el objeto EViews y el menú Add-ins, o por medio de comandos. Una vez instalado, los complementos de los paquetes, no deberá exigir de ningún usuario la modificación. Add-in Libraries son programas EViews que extienden la lengua EViews de programación proporcionando rutinas y herramientas que otros programas, incluidos otros complementos, pueden utilizar.



3.8 Wolfram matemáticas

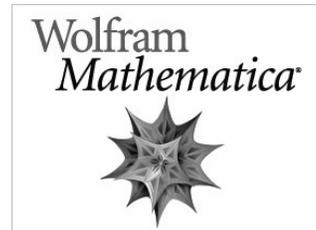
El Wolfram Mathematica, por sus características, es utilizado en áreas científicas de ingeniería, en sus variadas especialidades, matemáticas y computacionales. Puede emplearse para proyectos de ingeniería, biotecnología y medicina, programación, diseño, arte, entretenimiento, ciencia, finanzas, estadística y análisis de negocios. Es frecuente, que sea considerado como un sistema de álgebra computacional. Es también, una poderosa herramienta para las programaciones, de propósito general. De ahí, que puede ser utilizado, para múltiples soluciones, a problemas ingenieriles, siendo un lenguaje, que se actualiza constantemente, siempre con mayores posibilidades de aplicación.

Generalmente, la solución a problemas de transferencia de calor en tuberías y placas en la tecnología por extrusión se realizan por el método de la aproximación del primer término, teniendo en cuenta la facilidad de cálculo sobre todo para problemas donde no se requiere de una elevada exactitud, pudiéndose alcanzar con él hasta un 96-98%, aproximadamente haciéndose muy complejo alcanzar precisiones superiores sin que se utilice el de la solución

exacta. El método de la solución exacta requiere de análisis numéricos para su solución por la complejidad de sus ecuaciones y de ahí la utilización de distintos software.

Para este caso la solución con Wolfram Mathematica 8.0, parte siempre de la conformación de las ecuaciones que representan a cada una de estas geometrías, para el caso de las placas, coordenadas cartesianas y para las tuberías coordenadas cilíndricas, las cuales deben ser meticulosamente desarrolladas, para obtener los resultados deseados, pues la solución para cada una de ellas, tienen semejanzas.

Aquí se pretende demostrar, la viabilidad del uso de este software, para lograr resultados rápidos y con las presiones que se requieren, para cada una de las particularidades que se presenten, pudiendo ser una forma de comparación de parámetros, como el comportamiento energético de geometrías diferentes. En este caso, las placas y tuberías, en volúmenes, teniendo en cuenta parámetros y materias primas similares, en cuanto a producción, índices de consumo, tiempos de enfriamiento, temperaturas exteriores e interiores y otras.



Conclusiones

El presente trabajo es básicamente la exposición de las herramientas, en términos de su capacidad, funcionalidad y sus características distintivas, a efecto de que sirvan de referencia en los ejercicios a aplicarse en la investigación. No pretende ser un estudio exhaustivo, ni metodológico para demostrar algo. Los ejercicios aquí desarrollados como casos prácticos sólo sirven para retroalimentar un proceso de aplicación, teórico-práctico, no van en la dirección de un compromiso de investigación o de mostrar la validez de una hipótesis.

La estadística y la econometría son áreas esenciales, para el trabajo de investigación y de negocios. Pero en los últimos años ha habido el uso de programas de informática, para el mejor desarrollo de soluciones y modelos. Lo que ha llevado principalmente a reducir los tiempos de ejecución de problemáticas relacionadas con el área.

Si no fuese por estas herramientas, muchas de las incógnitas que nos presentan los sistemas económicos, difícilmente podrían ser resueltas. Los avances tecnológicos no han sido ajenos a la economía, que ha tenido que irse actualizado a estos nuevos paradigmas. Resulta vital entonces que los investigadores se vayan capacitando en el manejo de estos programas, sabiendo cual es el ideal para cada tarea.

En estos programas informáticos, se debe analizar cuál es la mejor opción para cada actividad que deseamos realizar. Luego de revisar cada uno de ellos y efectuar ejemplos de operaciones, se puede determinar que para los usuarios el mejor programa sería el Matlab y el Stata, pero cada uno tiene sus propias características. Con los programas Matlab y R es

factible la simulación Monte Carlo para llevar a cabo shocks aleatorios en las perturbaciones u errores, pero no con el Stata. En los procedimientos de series temporales, hasta los métodos más actuales en econometría se pueden realizar en stata y en Wolfram Matemáticas, siendo los más sofisticados en este campo.

La ventaja de contar con una diversidad de softwares estadísticos y econométricos facilita al usuario el cálculo de sus variables y métodos en una investigación, tales como el ARCH y GARCH, ARIMA, modelos de auto-correlación, regresión beta, bootstrapping, Box-Cox Modelos, la regresión exponencial, el análisis factorial, las series de tiempo financieras; además de una rápida familiarización con aquellos programas, que sean compatibles con el ambiente y el entorno.

Bibliografía

- Angelidis, Timotheos; Benos, Alexandros y Degiannakis Stravros (2006). “The use of GARCH models in VaR estimation”. *Statistical Methodology*, vol. 1, pp. 105-128.
- Bollershev, Tim; Engle, Robert & Jeffrey Wooldridge (1988). “A capital asset pricing model with time-varying covariances”, *Journal of political economy*, vol. 96, No.1, pp. 116-131.
- Banks, J.W. (1996). “STATA 4.0 (DOS), STATA FOR WINDOWS”, *Economic Journal*, vol. 106, págs. 748-752.
- Deaton, A. (1997). *The analysis of household surveys*. Wahington, D.C.: Johns Hopkins University Press.
- Ferral, C. (1994). “A review of Stata 3.1”, *Journal of Applied Econometrics*, vol. 9, pp. 469-477.
- Drukker, D. M., Peng, H., Prucha, I. R., & Raciborski, R. (2013a). Creating and managing spatial-weighting matrices with the `spmat` command. *Stata Journal*, 13(2), 242–286.
- Drukker, D. M., Prucha, I. R., & Raciborski, R. (2013b). A command for estimating spatial-autoregressive models with spatial-autoregressive disturbances and additional endogenous variables. *The Stata Journal*, 13(2), 287–301.
- Drukker, D. M., Prucha, I. R., & Raciborski, R. (2013c). Maximum-likelihood and generalized spatial two-stage least-squares estimators for a spatial-autoregressive model with spatial-autoregressive disturbances. *Stata Journal*, 13(2), 221–241.
- Gondar, J. E. (2000). SPSS - paquete estadístico. Disponible: http://www.kramirez.net/ProbaEstad/Material/Internet/PaquetesEstadisticos/SPSS/SPSS_PaqueteEstadistico.html. (Consulta: 2019, Enero 15).
- González, Ma. Victoria; Moral, Ma. Paz; Orbe Susan; Regulez Marta; Zarraga, Ainhoa; Zubia, Miriam (2009). *Econometría Básica Aplicada con Gretl*. Universidad del País Vasco.
- Hamilton, L. (1997). *Statistics with Stata 5*, Duxbury Press.
- Hernández, R; Fernández, C; y Baptista, L (2006). *Metodología de la Investigación*. 4ª. Edición. México: Mc-Graw Hill.
- Johnson, C.A. (2000). “Métodos de evaluación del riesgo para portafolios de inversión”, *Documentos de Trabajo*, No. 67, Banco Central de Chile.
- LeSage, J. P. (1999). *Spatial econometrics*. Regional Research Institute, West Virginia University.
- Pico, L; y Manzón, Z (2007). *OPENSTAT OS4* (Universidad Nacional de Colombia). [Documento en Línea]. Disponible: <http://www.fce.unal.edu.co/wiki/images/e/ea/OpenStat.pdf>. (Consulta: 2019, enero 15).
- Reyes, Francisco J. (2016). “Mercado integrado Latinoamericano: un análisis de integración financiera y volatilidades”. *Estocástica, Finanzas y Riesgo*, Vol. 6, No. 2, jul-dic. 2016, pp. 187-218.

ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA MEXICANA A TRAVÉS DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN COBB-DOUGLAS: UN ESTUDIO PARA EL PERIODO 1998-2013

Faustino Vega Miranda*

(Recibido: 03-noviembre-2017 – Aceptado: 31-enero-2018)

67

Resumen

El objetivo de este artículo es determinar el tipo de rendimientos a escala que existe en México para el periodo 1998-2013 a través del análisis de las funciones de producción neoclásicas modeladas con la técnica econométrica Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para datos tipo panel, en la estimación se emplea información de los censos económicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y los resultados son consistentes con la literatura teórica; se muestra que en el país se mantienen procesos productivos intensivos en el factor trabajo.

Palabras clave: industria manufacturera, función producción neoclásica, rendimientos a escala, modelo panel

Clasificación JEL: L60, E13, O14, C10

**Analysis of the mexican economy through the Cobb-Douglas production function:
a study for the period 1998-2013**

Abstract

The objective of this article is to determine the type of returns to scale that exists in Mexico for the period 1998-2013 through the analysis of neoclassical production functions modeled with the

* Profesor adscrito a la Licenciatura en Economía de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán. Correo electrónico: fvega@comunidad.unam.mx

Ordinary Least Squares (OLS) econometric technique for panel data, in the estimation is used information from the economic censuses of the National Institute of Statistics and Geography (INEGI) and the results are consistent with the theoretical literature; it is shown that intensive productive processes in the labor factor are maintained in the country.

Keywords: manufacturing industry, neoclassical production function, returns to scale, panel model

JEL Classification: L60, E13, O14, C10

Introducción

La conformación de la industria mexicana es heterogénea y, como resultado, ha dejado de desempeñar un papel preponderante en el crecimiento y desarrollo. Actualmente el sector industrial ha dejado de ser una fuente importante de empleo y un ente que absorba tecnología para la producción de nuevos bienes.

Mientras que la actividad económica terciaria y la economía informal han registrado un crecimiento importante. El sector servicios representa cerca del 60 por ciento del PIB y el sector informal proporciona más empleos que la actividad formal en la economía mexicana. El problema de estas “válvulas de escape” es la ausencia de seguridad social y condiciones de trabajo adecuadas.

Desde la crisis financiera de 2008-2009, se ha cuestionado el papel de la dinámica del sector industrial por el nuevo régimen de acumulación capitalistas guiado por las finanzas y catalogado como financiarización, ya que a partir de esa fecha se han observado los más bajos niveles de inversión productiva en el mundo.

El artículo busca contribuir a la discusión y tiene como objetivo determinar el nivel tecnológico de la industria en México por medio del cálculo de los rendimientos a escala de funciones de producción tipo Cobb-Douglas en el periodo 1998-2013. Esto es posible con datos de los censos económicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) con ayuda de la técnica econométrica MCO con datos tipo panel.

Cabe mencionar que las funciones de producción tienen muchas críticas teóricas y empíricas, pero la ciencia económica heterodoxa aun no propone un mejor instrumento para caracterizar la producción de las entidades económicas.

El texto se compone de tres secciones. En la primera sección se hace una revisión de los fundamentos teóricos de las funciones de producción neoclásicas y sus principales críticas, en la segunda parte se analizan los estudios sobre el sector industrial mexicano, así como las investigaciones que se basan en la función Cobb-Douglas. En la tercera sección se elabora una propuesta metodológica con base en los modelos panel y se examina la evidencia empírica y

los resultados econométricos. El texto finaliza con algunas conclusiones y recomendaciones de política económica.

1. Fundamentos teóricos

Una función de producción indica la combinación de insumos, dada una tecnología, para obtener como resultado un nivel determinado de producción; Gould y Lazear (2004) proponen que una función de este tipo es un “libro de recetas” que indica cuáles producciones se asocian con cuáles conjuntos de insumos.

La fórmula general para la función de la producción es aquella donde la producción se halla determinada por el nivel tecnológico exógeno (A), el insumo capital (K) y el insumo trabajo (L):

$$1) Y = Af(K, L)$$

De la ecuación 1 se desprende el caso particular o función de producción Cobb-Douglas, porque es una expresión fácil y una buena descripción de la economía (Dornbusch *et al.*, 2009):

$$2) Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$$

Donde α describe el tipo de rendimientos de escala que plantea la función, es decir, describen lo que ocurre cuando se incrementan todos los factores (Varian, 2010) y existen tres posibilidades:

1. Rendimientos decrecientes a escala en una unidad económica cuando la producción responde menos que proporcionalmente ante un aumento de insumos, por ejemplo, se obtiene menos del doble de producción cuando se duplica la cantidad de factores de producción.
2. Rendimientos constantes a escala o una respuesta proporcional de la producción ante la variación de los insumos.
3. Rendimientos crecientes a escala o un estímulo a la producción más que proporcionalmente.

Desde una perspectiva aplicada las funciones de producción Cobb-Douglas han sido empleadas para desarrollar las teorías del desarrollo económico. Adelman (1965), en el caso de la escuela clásica, emplea una función de producción que tiene como argumentos tres factores productivos (tierra, capital y trabajo) y la propuesta matemática en la economía marxista se basa en cinco variables (tierra, capital, trabajo, conocimiento y ambiente sociocultural). De esta forma la autora analiza las principales características de las teorías.

Para el análisis de la teoría neoclásica desde los modelos microeconómicos, la función de producción tipo Cobb- Douglas es conocida popularmente como “el caballo de Troya” por sus propiedades matemáticas para la optimización y es el fundamento en el modelo de crecimiento de Solow por exhibir rendimientos constantes a escala (Romer, 2002).

Este tipo de modelado tiene severas críticas por los economistas heterodoxos. Sraffa (1942) planteó que la ley de los rendimientos decrecientes sólo se aplica a la naturaleza y en la economía industrial aplican los rendimientos constantes, lo que implicaría curvas horizontales de costos marginales y anulación de la optimización.

Las funciones de producción asumen que el capital recibe una remuneración igual a su producto marginal y el trabajo se expresa en una cantidad homogénea (Robinson, 2004), no obstante, esta idea es equivocada porque las derivadas parciales estimadas difieren considerablemente de los precios de los factores y, a menudo, incluso arrojan coeficientes de capital negativos (Shaikh, 2005).

Lavoie (2008) analiza una serie de documentos que reproducen funciones de producción empíricas y concluye que las regresiones proporcionan estimaciones de los parámetros del modelo, pero de ninguna manera pueden brindar respaldo a la teoría.

En algunos modelos heterodoxos se emplean funciones de producción con coeficientes fijos para reflejar de manera más realista la existencia de limitaciones tecnológicas (Abeles y Toledo, 2011). Sin embargo, la economía disidente no ha propuesto un instrumento alternativo a las funciones neoclásicas para el análisis de la producción.

2. Antecedentes empíricos

2.1 Estudios sobre el sector industrial mexicano

Desde la perspectiva teórica, diversos estudios han permitido ampliar la caracterización acerca del sector industrial mexicano. Por ejemplo, el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados (CEFP, 2004) identifica una industria manufacturera mexicana relativamente diversificada y con una composición heterogénea para el periodo 1980-2003.

Chávez y García (2015) observan que la evolución del valor agregado en la industria fue heterogénea entre las regiones de México en el periodo 1993-2008, teniendo una mayor participación el norte del país pero su crecimiento ha sido insuficiente, inestable y desigual (Sánchez y Campos, 2010). Como referencia se puede citar el caso de Zacatecas, un Estado con una estructura productiva orientada predominantemente a las actividades primarias (Benita y Gaytán, 2011).

García (2004) encuentra que el crecimiento del sector manufacturero es heterogéneo porque se base en un grupo de empresas y excluye a otros sectores. De hecho, esta heterogeneidad

explica la dinámica del sector y se ha ampliado desde 1994 (Vázquez, 2013); invitando a la reflexión los efectos del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN).

García *et al.* (2009) revelan el desempeño de la industria manufacturera por el cambio estructural sobre el mercado de trabajo desde 1995, es decir, por la profundización de la precarización del empleo. González (2014) descubre que la productividad del sector está estancada y la industria requiere apoyo de política económica para generar innovación y aumentar la productividad, pues son pocas las empresas que basan su competitividad en su actividad innovadora (Pérez, 2008).

Incluso es necesario cambiar las condiciones de trabajo en la industria pues hay evidencia empírica que esboza un impacto positivo en la productividad debido a un ambiente de trabajo de calidad, educación e inversión extranjera (Casanueva y Rodríguez, 2009).

En suma, la industria en México mantiene condiciones diversas en su estructura, lo que provoca una falta de eslabonamientos productivos. Para la CEPAL, la evolución de las pequeñas y medianas empresas está condicionada a partir de la evolución del escenario macroeconómico y también como resultado de su interacción con otras unidades productivas. Este hecho permite inferir que las grandes conglomerados, los menos usuales, tienen procesos intensivos en capital y las pequeñas unidades, las más numerosas, poseen procesos intensivos en trabajo.

2.2 Estudios por medio de las funciones de producción tipo Cobb-Douglas

Uno de los instrumentos más usuales y empleados para el análisis económico empírico es la función de producción Cobb-Douglas. Feraudi y Ayaviri (2018) estiman una función de producción para Bolivia en el periodo 1985-2015 con datos tipo panel, la producción se expresa en términos de las variaciones en la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) y en la población ocupada, siendo más significativa el aporte del capital al producto. Los autores concluyen que la baja incidencia de la FBKF sobre la producción se debe principalmente a que la economía está centrada en el sector primario.

Ramírez (2015) realiza un experimento econométrico con modelos panel para el sector financiero en Colombia desde 1995 hasta 2008, por medio del análisis de los estados de pérdidas y ganancias de los principales bancos comerciales del país. La elasticidad del capital es significativa y muestra que por cada aumento del uno por ciento en los préstamos bancarios, los ingresos totales de los bancos aumentan 0.92%

Para la economía española, Bellod (2011) determina una función Cobb-Douglas a través de un modelo de Vectores de Corrección de Errores (VEC) en el periodo 1960-2010. La evidencia apunta la existencia de dos relaciones de cointegración, pero ninguna de ellas corresponde al modelo neoclásico. En un segundo ejercicio empírico, el autor estima el modelo de Solow; pero los datos no permiten confirmar la relación de largo plazo entre producción

y capital. De esta forma, el autor muestra que esta función no refleja la conexión entre nivel de producción y factores para España.

Existen otra serie de investigaciones que aplican la función Cobb-Douglas al estudiar bienes en particular. Rebollar *et al.* (2018) estiman una función de producción tipo Cobb-Douglas para determinar la oferta de leche, con una muestra de diez vacas en un rancho lechero en el Estado de México para los meses de agosto y septiembre de 2013. El modelo explica el volumen de leche por la tecnología y por dos variables independientes, el alimento y el forraje. Los resultados econométricos presentan la variable alimento como el único insumo estadísticamente significativo y la función muestra rendimientos decrecientes a escala.

Cortázar y Montaña (2011) elaboraron una función de producción de algodón para el Valle de Juárez con información de los ciclos agrícolas entre 1986 y 2006. Las variables involucradas en la investigación son la producción total de algodón, el capital representado por la semilla y el trabajo o número de trabajadores que participan en la producción de algodón. Los resultados ofrecen la imagen de una producción intensiva en capital, cuando la función posee rendimientos crecientes a escala.

Martínez (2004) también emplea la función neoclásica para estimar la producción del secado de yuca en dos Estados de Colombia, Córdova y Sucre, con la elaboración de encuestas a 30 plantas productoras, el modelo estimado con MCO establece una relación directa entre la yuca y la maquinaria, así como con el personal involucrado en el proceso productivo; dando como resultado final una función Cobb-Douglas con rendimientos constantes.

Como se puede apreciar en estas investigaciones citadas, la función es empleada tanto en estudios generales como en particulares por sus propiedades matemáticas y empíricas; para algunos autores este instrumento es rentable en el estudio empírico de la producción para medir el uso de los factores productivos.

3. Propuesta metodológica y evidencia empírica

Para determinar el tipo de rendimientos a escala en la economía mexicana se emplea la metodología de Padilla y Green (2005), el modelado econométrico tipo panel y en la aplicación de las pruebas de diagnóstico que detectan multicolinealidad, heterocedasticidad y correlación serial; los resultados econométricos se realizaron utilizando el paquete estadístico computacional R, versión 3.3.2.

Existen tres tipos de versiones de modelado para los datos panel, el primer enfoque es llamado *Pooled* o modelo agrupado y consiste en estimar una regresión por medio de MCO ignorando la naturaleza de los datos. En segundo lugar se encuentra la regresión con efectos fijos, en sus dos versiones *within* y *between*, que asume los términos independientes distintos para cada ítem. En tercer lugar, la regresión con efectos aleatorios considera que el término independiente es una variable aleatoria.

Se utiliza la propuesta de Álvarez y Luengo (2011) para establecer las pruebas de diagnóstico en el modelado, las cuales consisten en estimar el Factor de Inflación de la Varianza (FIV) para colinealidad, la prueba Breusch-Godfrey/Wooldridge para detectar correlación serial; así como el *test* Wald para comprobar que los errores son homocedásticos.

Los datos provienen de los Censos Económicos de INEGI para los años 1998, 2003, 2008 y 2013, tomando los 32 estados de la República Mexicana. Los datos están expresados en valores reales, tomando como año base 2013.

Las variables *proxy* del trabajo (L), capital (K) y producción (Y) son el personal ocupado total, los activos fijos y la producción bruta total; respectivamente. Estas series sufrieron una transformación logarítmica en el software a fin de linealizar la función de producción Cobb-Douglas y poder estimar la ecuación:

$$3) \text{Log}(Y) = \text{Log}(A) + \alpha \text{Log}(K) + (1 - \alpha) \text{Log}(L)$$

En el Cuadro 1 se muestran las medidas de tendencia central de las variables en niveles y resalta que en los tres casos la media es mayor a la mediana, lo que significa que la distribución de los datos es asimétrica o sesgada a la derecha. En otras palabras, los datos no se distribuyen como una normal.

Cuadro 1
Principales estadísticos descriptivos de los datos (periodo 1998-2013)

<i>Variable</i>	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Valor mín.</i>	<i>Valor máx.</i>
Y	354,629,593	200,910,864	24,891,436	2,943,782,839
L	560,623.1	385,778	71,655	3,603,572
K	207,070,911	130,105,551	26,044,894	2,863,865,216

Fuente: Elaboración propia.

Para verificar el nivel tecnológico que predomina en la economía mexicana se estimó un modelo con efectos fijos que analizan la variabilidad entre unidades de sección cruzada; en el Cuadro 2 se presentan los coeficientes estimados y las pruebas de diagnóstico.

Cuadro 2
Función de Producción para la economía mexicana
(Modelo panel con efectos fijos con datos del periodo 1998-2013)

$Y = 1.205744 L$ (0.71168)
<i>Significado de las variables:</i> Y: logaritmo de la producción bruta total. L: logaritmo del personal ocupado total. Cifras en paréntesis debajo de los coeficientes significan errores estándar.

Continúa...

Pruebas estadísticas y de diagnóstico:

R2 ajustada = 0.66757

Prueba FIV de colinealidad = 3.408646

Prueba Breusch-Godfrey/Wooldridge de correlación serial (Probabilidad) = 5.167e-06

Prueba Wald de heteroscedasticidad (Probabilidad) = < 2.2e-16

Fuente: Elaboración propia

El resultado de las pruebas de Wooldridge y Wald confirman la existencia de problemas de autocorrelación serial, así como de heteroscedasticidad; pero la prueba de FIV rechaza la existencia de problemas de multicolinealidad. El modelo estimado con efectos fijos no es confiable.

74

Para corregir estos problemas se utiliza el modelo de Errores Estándar Corregidos para Panel (PCSE), metodología propuesta por Beck y Katz (1995) cuyo fin es adoptar errores estándar robustos en una estimación MCO. En el Cuadro 3 se presentan los resultados de la estimación.

Los resultados de la segunda regresión son consistentes, el coeficiente del trabajo es significativo y la R cuadrada permite inferir que la variable trabajo explica a la producción en un 66.75%.

Cuadro 3
Función de Producción para la economía mexicana
(Modelo PCSE con datos del periodo 1998-2013)

$$Y = 1.205744 L$$

(0.092285)

Significado de las variables:

Y: logaritmo de la producción bruta total.

L: logaritmo del personal ocupado total.

Cifras en paréntesis debajo de los coeficientes significan errores estándar.

Fuente: Elaboración propia

La elasticidad del trabajo es de 1.20, esta cifra indica que la función de producción para la economía mexicana sólo depende del insumo trabajo y existen rendimientos crecientes; lo cual sugiere que en el país la producción es más sensible a incrementos en el empleo sin tener que aumentar significativamente la inversión en capital.

Conclusiones

Las funciones de producción son instrumentos matemáticos que manifiestan severas críticas desde la posición heterodoxa, pero aportan elementos importantes para el análisis económico; por ejemplo, refleja la conexión entre nivel de producción y factores productivos.

En esta investigación, por medio de un modelo panel, se encontró evidencia empírica para la economía mexicana y la función de producción depende del insumo trabajo, la cual manifiesta rendimientos crecientes a escala para el periodo 1998-2013.

Dicho resultado es reflejo de un proceso productivo intensivo en el factor trabajo, es decir, se emplea más trabajo que capital para producir cierta cantidad de producción bajo el nivel tecnológico actual.

Desde otra perspectiva, el resultado es resultado del papel imperioso del sector servicios en la época contemporánea bajo la etapa de desindustrialización que ha crecido desde la década de 1990, incidiendo en la caída del sector industrial como una fuente importante en el empleo y en el crecimiento económico.

Por lo tanto, la recomendación de política económica debe basarse en acciones que fomenten el fácil acceso al financiamiento para capitalizar a las empresas y que el gobierno guie una estrategia de crecimiento económico en donde se diversifiquen las líneas de producción con valor agregado.

Bibliografía

- Abeles, M. y F. Toledo (2011). “Distribución del ingreso y análisis macroeconómico: un repaso de la literatura y de los desafíos de la política económica” en Novick, M. y S. Villafañe. *Distribución del ingreso, Enfoques y políticas públicas desde el sur*. Buenos Aires: Programa Naciones Unidas para el Desarrollo-Ministerio de Empleo, Trabajo y Seguridad.
- Adelman, I. (1965). *Teorías del desarrollo económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Álvarez, I. y F. Luengo (2011). “Financiarización, acumulación de capital y crecimiento salarial en la UE-15”. *Revista Investigación Económica*, vol. 70, núm. 275, pp. 125-162.
- Beck, N. y J. Katz (1995). “What to do (and not to do) with time series cross-section data”. *American Political Science Review*, vol. 89, núm. 3, pp. 634-647.
- Bellod J. (2011). “La función de producción Cobb-Douglas y la economía española”. *Revista de Economía Crítica*, vol. NE., núm. 12, pp. 9-38.
- Benita, F. y É. Gaytán (2011). “Concentración de las industrias manufactureras en México: El caso de Zacatecas”. *Revista Frontera Norte*, vol. 23, núm. 45, pp. 67-95.
- Casanueva, C. y C. Rodríguez (2009). “La productividad en la industria manufacturera mexicana: calidad del trabajo y capital humano”. *Revista Comercio Exterior*, vol. 59, núm. 1, pp. 16-33.
- CEFP (2004). “Evolución del Sector Manufacturero de México, 1980-2003”. *Cámara de Diputados*, Documento de Investigación 2.
- Cortázar A. y E. Montaña (2011). “La función Cobb Douglas en la producción de algodón del Valle de Juárez: Aplicación a factores definidos e interpretación específica de resultados”. *Revista Fuente*, vol. 9, núm. 3, pp. 137-150.
- Chávez, J. y K. García (2015). “Identificación de clusters regionales en la industria manufacturera mexicana”. *Banco de México*, Documento de Investigación 19.
- Dornbusch, R., et al. (2009). *Macroeconomía*. México: McGraw-Hill-Interamericana Editores.
- Feraudi. P. y D. Ayaviri (2018). “La función de producción Cobb Douglas y su aplicación en la economía boliviana”. *INNOVA Research Journal*, vol. 3, núm. 4, pp. 70-82.
- García, B. (2004). “Debilidades del sector manufacturero mexicano”. *Revista El Cotidiano*, vol. 19, núm. 123, pp. 8-18.

- García, B., *et al.* (2009). “Lo cotidiano del sector industrial en México: 25 años de cambio estructural”. *Revista El Cotidiano*, vol. 24, núm. 156, pp. 77-107.
- González, F. (2014). “Gasto en investigación y desarrollo y productividad en la industria manufacturera mexicana”. *Revista Estudios Económicos*, vol. 29, núm. 1, pp. 27-55.
- Gould, J. y E. Lazear (2004). *Teoría microeconómica*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lavoie, M. (2008). “Neoclassical Empirical Evidence on Employment and Production Laws as Artefact”. *Revista Economía Informa*, vol. NE., núm. 351, pp. 9-36.
- Martínez, A. (2004). “Aplicación de la función Cobb-Douglas: secado de yuca en la costa atlántica de Colombia”. *Revista Comercio Exterior*, vol. 54, núm. 11, pp. 970-974.
- Padilla, R. y F. Green (2005). “Análisis de elasticidades y niveles tecnológicos de la industria manufacturera mexicana”. *Revista Análisis Económico*, vol. 20, núm. 45, pp. 119-140.
- Pérez, M. (2008). “Innovación en la industria manufacturera mexicana”. *Revista Investigación Económica*, vol. 67, núm. 263, pp. 131-162.
- Ramírez, A. (2015). “Ajuste de una función de producción al sector financiero en Colombia”. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, vol. 23, núm. 1, pp. 141-156.
- Rebollar, S. *et al.* (2018). “La función Cobb-Douglas de la producción semintensiva de leche en el sur del Estado de México”. *Revista Análisis Económico*, vol. 82, núm. 33, pp. 125-141.
- Robinson, J. (2004). “La economía hoy” en Etchezarreta, Miren. *Crítica a la economía ortodoxa*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona-Servei de Publicacions.
- Romer, D. (2002). *Macroeconomía avanzada*. Madrid: McGraw-Hill, Madrid.
- Sánchez, I. y E. Campos (2010). “Industria manufacturera y crecimiento económico en la frontera norte de México”. *Revista Región y Sociedad*, vol. 22, núm. 49, pp. 45-89.
- Shaikh, A. (2005). “Nonlinear Dynamics and Pseudo-Production Functions”. *Eastern Economic Journal*, vol. 31, núm. 3, pp. 447-466.
- Sraffa, P. (1942). “Las leyes de los rendimientos en condiciones de competencia”. *Revista Trimestre Económico*, vol. 9, núm. 34, pp. 253-274.
- Varian, H. (2010). *Microeconomía intermedia. Un enfoque actual*. Barcelona: Antoni Bosch.
- Vázquez, R. (2013). “Heterogeneidad estructural y sus determinantes en la manufactura mexicana, 1994-2008”. *Revista de La Cepal*, vol. NE, núm. 109, pp. 125-141.

Anexo

1998. Industria manufacturera (miles de pesos de 2013)

Entidad federativa		Personal ocupado	Producción bruta	Activos fijos
Total nacional	Identificador	13,827,025	8,380,625,556	5,703,767,072
Ags.	1	171,636	87,032,249	55,784,425
BC	2	512,430	224,927,691	153,082,877
BCS	3	80,818	32,856,490	32,821,269
Camp.	4	85,617	144,802,486	136,326,180
Coah.	5	464,396	353,531,419	208,368,838
Col.	6	71,655	30,162,555	44,819,748
Chis.	7	237,863	111,671,155	114,083,909
Chih.	8	662,623	229,153,007	148,582,199
DF	9	2,572,497	2,160,062,310	1,174,033,000
Dgo.	10	190,057	77,705,348	51,487,677
Gto.	11	616,198	322,731,843	147,410,797
Gro.	12	244,109	57,989,834	139,015,475

Continúa...

Hgo.	13	200,872	127,694,308	141,731,764
Jal.	14	1,004,455	597,034,764	332,163,910
Méx.	15	1,296,387	923,699,041	494,721,979
Mich.	16	376,242	145,867,271	113,615,894
Mor.	17	178,243	83,839,879	63,984,324
Nay.	18	91,426	24,891,436	46,019,651
NL	19	872,629	674,173,821	457,344,135
Oax.	20	253,091	93,452,942	82,896,846
Pue.	21	569,462	279,472,626	162,462,953
Qro.	22	221,049	170,922,675	95,287,487
Q. Roo	23	136,930	66,302,345	55,598,147
SLP	24	248,885	143,561,275	94,329,863
Sin.	25	299,599	100,765,659	101,014,505
Son.	26	392,895	203,880,705	158,289,137
Tab.	27	170,349	212,735,707	142,468,798
Tamps.	28	496,327	206,752,470	151,860,954
Tlax.	29	116,717	47,612,407	33,046,537
Ver.	30	629,838	336,301,823	486,731,391
Yuc.	31	247,865	77,403,548	50,267,587
Zac.	32	113,865	31,634,467	34,114,812

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI.

2003. Industria manufacturera (miles de pesos de 2013)

<i>Entidad federativa</i>		<i>Personal ocupado</i>	<i>Producción bruta</i>	<i>Activos fijos</i>
Total nacional	Identificador	16,239,536	9,547,033,872	5,463,697,642
Ags.	1	202,009	111,084,731	71,884,564
BC	2	557,515	237,224,886	145,840,275
BCS	3	92,224	32,063,603	27,387,410
Camp.	4	128,920	427,660,207	132,234,627
Coah.	5	551,108	380,959,361	233,986,322
Col.	6	93,621	45,862,299	38,801,382
Chis.	7	302,120	180,417,025	114,050,567
Chih.	8	707,514	311,002,784	165,785,934
DF	9	2,842,874	2,221,964,380	1,001,167,211
Dgo.	10	216,591	88,610,375	55,972,694
Gto.	11	731,350	408,378,285	187,520,686
Gro.	12	305,650	72,566,273	123,630,711
Hgo.	13	243,974	165,106,063	115,147,897
Jal.	14	1,219,494	576,573,716	289,479,438
Méx.	15	1,533,201	807,529,857	384,363,057
Mich.	16	466,512	139,864,324	102,874,966
Mor.	17	230,715	104,167,642	43,105,453
Nay.	18	118,964	29,661,319	42,294,010
NL	19	1,008,854	798,062,253	499,831,826
Oax.	20	302,860	140,571,167	84,151,223
Pue.	21	649,927	317,120,984	220,492,604

Continúa...

<i>Entidad federativa</i>		<i>Personal ocupado</i>	<i>Producción bruta</i>	<i>Activos fijos</i>
Qro.	22	277,336	177,640,425	115,409,232
Q. Roo	23	216,564	81,000,611	65,775,639
SLP	24	308,813	155,878,530	104,552,344
Sin.	25	370,192	116,499,420	92,132,354
Son.	26	444,677	201,793,796	152,853,333
Tab.	27	211,734	300,392,234	100,533,922
Tamps.	28	589,207	308,581,970	202,453,563
Tlax.	29	125,008	51,774,871	26,044,894
Ver.	30	738,647	410,747,200	425,015,274
Yuc.	31	313,892	100,497,655	58,659,094
Zac.	32	137,469	45,775,624	40,265,136

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI.

2008. Industria manufacturera (miles de pesos de 2013)

78

<i>Entidad federativa</i>		<i>Personal ocupado</i>	<i>Producción bruta</i>	<i>Activos fijos</i>
Total nacional	Identificador	20,116,834	13,480,615,249	7,264,885,483
Ags.	1	242,706	156,503,273	98,170,036
BC	2	705,211	347,522,815	224,431,784
BCS	3	151,898	64,288,200	60,998,054
Camp.	4	168,919	883,695,455	213,859,625
Coah.	5	606,815	566,818,545	299,542,390
Col.	6	128,913	60,070,973	53,803,902
Chis.	7	411,997	319,666,651	100,215,728
Chih.	8	786,758	328,956,327	252,038,556
DF	9	3,299,325	2,560,684,799	1,267,143,915
Dgo.	10	235,909	107,274,825	77,396,161
Gto.	11	907,930	540,085,173	282,541,301
Gro.	12	417,380	86,684,358	70,962,138
Hgo.	13	333,317	294,998,316	108,618,554
Jal.	14	1,489,145	690,170,902	430,246,026
Méx.	15	1,945,911	1,101,642,726	458,053,503
Mich.	16	608,175	200,027,932	192,089,320
Mor.	17	306,274	118,045,256	69,999,065
Nay.	18	160,916	46,364,118	40,523,182
NL	19	1,234,008	1,117,923,182	600,619,635
Oax.	20	405,228	225,042,614	88,475,200
Pue.	21	826,688	404,279,160	336,563,967
Qro.	22	382,688	282,052,398	150,831,961
Q. Roo	23	308,477	124,345,992	132,689,569
SLP	24	388,868	243,837,072	168,208,868
Sin.	25	453,499	164,707,323	134,883,792
Son.	26	571,754	362,010,170	218,369,754
Tab.	27	266,557	569,038,291	139,985,538

Continúa...

<i>Entidad federativa</i>		<i>Personal ocupado</i>	<i>Producción bruta</i>	<i>Activos fijos</i>
Tamps.	28	685,425	498,255,346	249,551,152
Tlax.	29	168,938	69,524,419	51,150,487
Ver.	30	946,428	742,937,503	359,588,590
Yuc.	31	396,409	129,969,023	91,623,604
Zac.	32	174,368	73,192,110	241,710,126

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI.

2013. Industria manufacturera (miles de pesos de 2013)

<i>Entidad federativa</i>		<i>Personal ocupado</i>	<i>Producción bruta</i>	<i>Activos fijos</i>
Total nacional	Identificador	21,576,358	13,984,313,218	8,072,726,469
Ags.	1	269,467	183,482,867	96,169,958
BC	2	786,056	303,152,517	127,976,475
BCS	3	156,985	51,827,977	44,825,592
Camp.	4	187,384	648,033,011	503,984,318
Coah.	5	718,386	633,956,395	269,606,732
Col.	6	138,264	40,858,586	28,683,379
Chis.	7	456,013	157,603,808	149,192,002
Chih.	8	803,175	320,011,901	145,175,047
DF	9	3,603,572	2,943,782,839	2,863,865,216
Dgo.	10	266,471	109,487,441	54,071,126
Gto.	11	1,067,292	701,825,705	225,760,405
Gro.	12	396,133	65,970,963	47,716,733
Hgo.	13	353,978	305,949,311	111,803,595
Jal.	14	1,561,965	697,866,514	317,939,972
Méx.	15	2,023,837	1,116,235,399	431,921,107
Mich.	16	611,496	179,291,970	99,416,088
Mor.	17	297,797	144,574,831	53,866,335
Nay.	18	172,246	44,328,261	30,060,396
NL	19	1,399,230	1,317,129,037	520,281,685
Oax.	20	454,996	295,523,935	97,058,857
Pue.	21	874,001	467,846,687	175,814,161
Qro.	22	458,691	334,841,811	134,729,811
Q. Roo	23	347,726	112,853,539	98,163,532
SLP	24	420,366	278,396,071	117,570,564
Sin.	25	483,728	160,131,187	84,532,511
Son.	26	619,690	439,968,466	163,579,577
Tab.	27	288,749	479,509,462	286,649,443
Tamps.	28	665,731	423,644,083	201,935,700
Tlax.	29	179,035	73,902,669	30,077,495
Ver.	30	905,717	674,358,791	415,383,431
Yuc.	31	421,961	183,621,456	59,002,011
Zac.	32	186,220	94,345,728	85,913,215

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI.

1. Regresión con efectos fijos

Oneway (individual) effect Within Model
 Call: plm (formula = log(Y) ~ log(L), data = a, model = "within", index = c("Entidad", "Año"))
 Balanced Panel: n = 32, T = 4, N = 128
 Residuals:
 Min. 1st Qu. Median 3rd Qu. Max.
 -0.533243 -0.066063 -0.011240 0.079976 0.456153
 Coefficients:
 Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
 log(L) 1.205744 0.071168 16.942 < 2.2e-16 ***

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 Total Sum of Squares: 11.135
 Residual Sum of Squares: 2.7688
 R-Squared: 0.75133
 Adj. R-Squared: 0.66757
 F-statistic: 287.038 on 1 and 95 DF, p-value: < 2.22e-16

80

2. Pruebas colinealidad

Coefficiente de determinación de la matriz de correlaciones
 0.2933716
 Factor de Inflación de la Varianza
 FIV(X)
 [1] 3.408646

3. Pruebas de correlación serial

Breusch-Godfrey/Wooldridge test for serial correlation in panel models
 data: log(Y) ~ log(L)
 chisq = 29.884, df = 4, p-value = 5.167e-06
 alternative hypothesis: serial correlation in idiosyncratic errors

4. Prueba de heterocedasticidad

Wald test
 data: log(Y) ~ log(L)
 Chisq = 88.634, df = 1, p-value < 2.2e-16

5. Modelo PCSE

Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
 log(L) 1.205744 0.092285 13.065 < 2.2e-16 ***

 Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1