



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

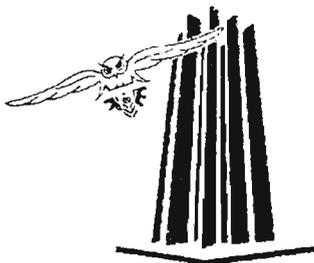
ARAGÓN

“IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS
MICROECONÓMICO APOYADO CON MODELOS
DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES PARA
LAS EMPRESAS EN MÉXICO”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ECONOMIA
P R E S E N T A:
JOSÉ WILLIAM ISLAS RAMÍREZ

DIRECTOR DE TESIS: LIC. IRAN LAGOS CHÁVEZ



SAN JUAN DE ARAGÓN, EDO. DE MÉXICO

2005

0351020

DEDICATORIAS

Hay muchas personas a las que dedico el presente trabajo, sin embargo es imposible nombrarlas a todas, pero si debo de mencionar a las que han influido de manera circunstancial en mi vida, principalmente :

MIS PADRES, Sr. Guillermo Islas y Sra. Gloria Ramirez, ya que gracias a su comprensión, apoyo y amor he logrado todos los objetivos verdaderamente importantes que me he propuesto, ¡GRACIAS!

“MAMÁ” Jovita, ya que desde chico has cuidado de mi en una forma excepcional, compartiste mis desvelos, lagrimas y sonrisas desde el día que nací, este triunfo también es tuyo.

GABRIELA GARCÍA, de quien he aprendido muchísimo desde el día en que te conocí, soy muy afortunado al haber encontrado a alguien como tú en el camino que he recorrido, gracias por permanecer a mi lado en la forma en que lo has hecho.

ELIZABETH GIL, ya que tú creíste en mí cuando ni yo mismo tenía la suficiente fuerza para ponerme en pie, y me alentaste a seguir adelante pasara lo que pasara, eres una gran persona.

A MIS COMPAÑEROS DE LA “ENEP” ARAGÓN, ya que cuando nos conocimos aún era ENEP: Mónica, Javier, Aarón, y Froy, de quienes he podido comprobar su calidad como personas y siempre han salido adelante junto conmigo.

AL LIC. IRAN LAGOS CHÁVEZ, por todo el tiempo, dedicación, paciencia y entusiasmo en la elaboración de la tesis.

A TERE R. por el apoyo incondicional que me has dado desde el día en que llegue a la escuela hace ya varios años.

A los profesores: Lic. Angel Vera Hernández, Lic. Jorge Peña Jiménez, Lic. Claudia Alonso A., y Mtro. Helios Padilla Zazueta, por el tiempo que se tomaron para revisar el contenido de la tesis, pidiéndoles de antemano una disculpa por los errores que seguramente encontraron.

Y de manera muy especial a mi *alma mater* la:
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
máxima casa de estudios en nuestro país, que me ha brindado la oportunidad de formarme en sus aulas y valorar todo lo que ella representa.

INDICE

INTRODUCCIÓN.

CAPÍTULO I ELEMENTOS DEL ANÁLISIS MICROECONÓMICO.

Introducción.	1
1.1 Definición de microeconomía	3
1.1.1 El problema de la escasez	5
1.2 Teoría de la demanda	6
1.2.1 Desplazamientos de la curva de demanda del individuo	8
1.2.2 La demanda agregada	8
1.2.3 Demanda de bienes futuros	9
1.2.4 La demanda derivada	11
1.2.5 La demanda del mercado	12
1.3 Teoría de la oferta	14
1.3.1 La oferta de un productor único del artículo	14
1.3.2 Desplazamientos de la curva de oferta del productor único	15
1.3.3 La oferta agregada	16
1.3.4 La oferta de mercado	16
1.4 Equilibrio	18
1.5 Teoría de la utilidad	18
1.6 Efecto sustitución y efecto ingreso	21
1.7 Teoría de las curvas de indiferencia	22
1.7.1 Tasa marginal de sustitución	24
1.7.2 La línea de restricción presupuestaria	25
1.8 Equilibrio del consumidor	26
1.9 La curva de ingreso consumo y la curva de Engel	28
1.10 Teoría de la producción	29
1.10.1 La función de producción	30
1.10.2 Economías de escala	34

1.10.3 Forma de las curvas de producto promedio y marginal	35
1.10.4 Etapas de la producción	35
1.10.5 Producción con 2 insumos variables; isocuantas	36
1.10.6 Características de las isocuantas	37
1.11 Los isocostos	38
1.12 Elasticidades	40
1.12.1 Sensibilidad del precio	40
1.12.2 Elasticidad del precio de la demanda	41
1.12.3 Clasificación de la demanda	43
1.12.4 Medición de la elasticidad-precio de la demanda con formula del arco	44
1.13 Otro tipo de elasticidades	47
1.13.1 La elasticidad-precio de la oferta	47
1.13.2 La elasticidad-ingreso de la demanda	48
1.13.3 La elasticidad-cruzada de la demanda	48

CAPÍTULO II MODELOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES.

Introducción	57
2.1 Herman Heinrich Gossen	61
2.1.1 Antoine-Augustin Cournot	62
2.1.2 Jules Dupuit	68
2.1.3 Hans Karl Von Mangoldt	70
2.1.4 Carl Menger	70
2.1.5 Johan Heinrich Von Thünen	74
2.1.6 Eugene Böm-Bawerk	76
2.1.7 William Stanley Jevons	79
2.1.8 Alfred Marshall	84
2.2 La frontera de posibilidades de producción	87
2.3 La programación lineal	90

2.3.1	Formulación del problema de programación lineal	91
2.4	Solución por método gráfico del problema de programación lineal	94
2.4.1	Determinación gráfica de la región de soluciones factibles	94
2.4.2	Determinación gráfica de la función objetivo	100
2.4.3	Determinación de la solución óptima	101
2.5	El método Simplex	105
2.5.1	Desarrollo y ejecución del método simplex	106
2.6	El modelo de transporte	110
2.6.1	Determinación de la solución óptima	116
2.6.2	Procedimiento alternativo para evaluar casillas	119

CAPÍTULO III ANÁLISIS MICROECONÓMICO APOYADO CON MODELOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES.

	Introducción	127
3.1	Problemática actual	127
3.2	Importancia de la clasificación	132
3.2.1	Bienes normales e inferiores	133
3.2.2	Bienes ordinarios y bienes Giffen	134
3.2.3	Bienes sustitutivos y complementarios	136
3.2.4	Consideraciones especiales	139
3.3	Empresa que decide aumentar sus precios	140
3.4	Problema de maximización de ganancias	144
3.5	Mínimización de costos	150
3.6	Teoría de la dualidad	155
3.6.1	La interpretación económica del problema dual	158
3.7	Los precios sombra	162
3.8	Herramienta solver de Excel para resolver problemas de Programación Lineal	163
3.9	El análisis de sensibilidad	170

**CAPÍTULO IV IMPORTANCIA DE APLICAR EL ANÁLISIS MICROECONÓMICO
APOYADO CON LOS MODELOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES
EN LAS EMPRESAS MEXICANAS.**

Introducción	175
4.1 La situación en México	175
4.2 Las Pymes en México	176
4.2.1 Clasificaciones del tamaño de las empresas	182
4.3 Características generales de las Pymes	183
4.4 El caso de Europa	197
4.5 La necesidad de fomentar el análisis microeconómico y modelos de I.O en México	200
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	207
BIBLIOGRAFÍA	219

INTRODUCCIÓN.

Con el paso del tiempo nos hemos enfrentado con situaciones que en su momento se han tenido que resolver, por ejemplo, cuando el hombre era nómada se dio cuenta de que no podría serlo para toda la vida, ya que conforme acababa con los recursos del lugar en el que se encontraba habitando, tenía que movilizarse de su sitio de residencia y cada vez resultaba más difícil encontrar un lugar el cual contara con los elementos necesarios para su supervivencia (alimentos, agua, plantas medicinales, etc.). Con el descubrimiento del fuego y la agricultura ya no era necesario trasladarse de un lugar a otro ya que ahora el podía producir lo que necesitaba en el sitio donde vivía en ese momento, es decir, comenzó a satisfacer sus necesidades mediante la producción de los elementos que en ese momento requería.

Funcionó todo muy bien, y en algunos lugares comenzaron a explotar su creatividad y con ello cada vez iban mejorando los modos de producción que tenían en ese momento, no obstante también iban apareciendo nuevas necesidades de los seres humanos.

La revolución industrial marcó un paso extraordinario en la producción de bienes, pero también trajo consigo consecuencias que no previnieron en su tiempo (desempleo, exceso de producción, entre otros) y se intentó resolver mediante ciertas acciones las cuales no todas tuvieron el éxito que hubieran deseado.

Actualmente la situación en nuestro país no es la más favorable sobre todo en términos económicos, sin embargo debemos ser cuidadosos en el estudio de los factores a los cuales hay que atribuirles esta situación.

Las empresas (sobre todo las pequeñas y medianas) juegan un papel muy importante como las principales generadoras de empleo y producción de bienes y servicios, por tal motivo debemos de darles la atención que se merecen.

Una gran parte de ellas operan de manera muy empírica, razón por la cual sus objetivos muchas veces se ven truncados y se termina cerrando en el mejor de los casos.

Tal y como ocurrió con la revolución industrial, no se previnieron las consecuencias de las acciones que se aplicaron trayendo consigo malos resultados como el cese de operaciones de las empresas (en especial de las medianas y pequeñas). Todo esto se debe en parte al desconocimiento de los elementos que intervienen para el correcto desarrollo de la organización y también al miedo de utilizar los diferentes métodos de asignación de recursos que existen. Siendo esto un tema de interés, el presente trabajo pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- El objetivo fundamental de este trabajo es mostrar que el Análisis microeconómico es de suma importancia para una eficiente toma de decisiones, y una vez hecho esto, mejorar dichas decisiones con el uso de modelos de optimización, es decir, los modelos de investigación de operaciones.
- Conocer que son los modelos de investigación de operaciones.
- Mostrar el lugar que ocupa la investigación de operaciones en el ámbito de la toma de decisiones microeconómicas en nuestro país.
- En que caso es factible utilizar la investigación de operaciones.
- Apoyar a los egresados de la Licenciatura en Economía con elementos y ejemplos básicos de modelos de Investigación de Operaciones para que los puedan utilizar en su ámbito profesional.

Para lograr estos objetivos, planteo las características de los elementos que integran al análisis microeconómico, con la finalidad de que sean tomados en cuenta y se conozcan por los diferentes agentes interesados por la producción y consumo de bienes y servicios.

También se explican los diferentes modelos de optimización los cuales pueden ser utilizados para una diversidad de problemas partiendo de la base de que hemos hecho un buen Análisis Microeconómico tomando en cuenta los elementos que integran a éste.

En la primera parte del presente trabajo se describen los elementos más importantes que conforman un análisis microeconómico ya que con el conocimiento de éstos, podremos entender los efectos que tienen cada uno de dichos elementos y la forma en que pueden afectar en un futuro a la decisión que se halla tomado en el presente.

En la segunda parte nos encargamos de explicar los métodos de optimización de recursos (Modelos de Investigación de Operaciones). Tales métodos son desconocidos por muchas personas, en especial por los encargados de la producción de bienes y servicios cuando son ellos las principales personas que deben tener un amplio conocimiento sobre la forma en que se deben de optimizar los recursos.

En la tercera parte nos encargamos de conjugar los dos elementos anteriores, es decir, el análisis microeconómico junto con los modelos de investigación de operaciones, ya que resultaría insuficiente aplicar cada uno de estos elementos por separado.

En la cuarta parte planteamos la necesidad que existe para aplicar todo lo anterior a las empresas en nuestro país (sobre todo a las de tamaño pequeño y mediano) ya que como se verá a lo largo del trabajo, gran parte de los problemas que tienen estas organizaciones se debe a la carencia de aplicación de todos los elementos explicados.

Adicionalmente se muestra una sección de conclusiones y recomendaciones donde se sintetizan los aspectos más relevantes del trabajo realizado.

Con estos elementos también planteamos las siguientes hipótesis:

- México no tiene la suficiente cultura sobre tomar en cuenta el análisis microeconómico y mucho menos los modelos de investigación de operaciones.

- El hecho de que no se tome en cuenta al análisis microeconómico como una herramienta para la mejora productiva de bienes y servicios trae consigo consecuencias negativas para las empresas, ya que al desconocer el funcionamiento de los factores que integran un análisis microeconómico no es posible prevenir las consecuencias que se tendrán al realizar las acciones que en su momento se van a efectuar.
- Los métodos y procedimientos que actualmente se utilizan en las empresas mexicanas necesitan mejorarse indiscutiblemente; la implementación de los modelos de investigación de operaciones acarrea consigo una serie de beneficios muy notables para cualquier organización, ya que por su naturaleza optimizan de una manera muy eficiente los recursos que en un momento dado se han asignado y que en contadas ocasiones son muy escasos.

Finalmente lo que se pretende hacer es una contribución al estudio de la forma en que operan las empresas y de las acciones que se deben realizar para su correcto desempeño, con el último propósito de generar soluciones a los problemas que actualmente las aquejan y que una vez resueltos se traducirá en un mejor nivel de vida para las personas que dejan todo su esfuerzo en el funcionamiento y operación de éstas.

CAPÍTULO I

ELEMENTOS DEL ANÁLISIS MICROECONÓMICO

INTRODUCCIÓN

Cualquier “entidad” ya sea una dependencia de gobierno, una compañía privada, una familia e inclusive una persona, cuenta con varias partes que la integran, por ejemplo, las dependencias de gobierno y las del sector privado requieren de personal para que éstas puedan funcionar (secretarías, directores de área, intendentes, etc.). A su vez las familias están integradas por varios elementos (madre, padre, hijos, abuelos) que de igual manera cada uno de ellos tiene una función específica para que la familia se encuentre en armonía. Por otra parte una persona requiere de tener todo su cuerpo para poder llevar a cabo sus labores (sus piernas para caminar, sus manos para escribir, etc.).

Sin embargo no siempre sucede así, en ocasiones las personas renuncian a sus trabajos tanto en el sector público como en el privado; en las familias hay una persona conflictiva que desnivela el ambiente familiar y algunas personas desafortunadamente han perdido algún miembro de su cuerpo, pero esto no ha impedido que de alguna u otra forma se siga adelante.

La economía no es la excepción, particularmente en México la economía tiene problemas debido a que algunas de sus partes no están funcionando adecuadamente: hay mala recaudación de impuestos, los salarios no siempre son los adecuados, los precios se elevan a un ritmo acelerado, etc.

Una parte importante de la economía de nuestro país son las empresas, ya que generan empleos y se dedican a producir bienes y servicios que demanda la sociedad, sin embargo, a través del tiempo hemos notado que muchas de ellas tienen problemas, y éstos a su vez se ven reflejados en la calidad de los productos que entregan o en la calidad de vida que tiene la gente que labora para ellas, pero ¿por qué se da esta situación?. Existen varias respuestas; malos manejos por parte de los ejecutivos, gente con mala capacitación, etc. sin embargo estos son problemas que conciernen a organismos “micro”, dicho de otra forma tiene que ver con la microeconomía.

En numerosas ocasiones no se toman en cuenta los factores que determinan el buen funcionamiento de una empresa, y por otro lado los consumidores también dejan de lado los componentes esenciales que les corresponden (ya sea una correcta asignación de su salario, o la magnitud que tienen sus gustos por algún bien o servicio en particular).

Tal situación nos lleva a una pregunta ¿quién es mejor economista, una ama de casa que se encarga de llevar con un riguroso control el gasto de su casa, o un economista encargado de una consultoría?, bueno, el ama de casa busca de alguna forma que le alcance el dinero al comprar lo que requiere, pero llega a su casa descontenta y afirma que no le alcanza para nada, realmente ha aplicado algunos conceptos que son puros de la microeconomía pero ella no lo sabe, posiblemente si se le pidiera que hiciera lo mismo para otra persona no obtendría los mismos resultados satisfactorios que con su familia y no es porque sea tonta, sino porque carece del conocimiento de algunos conceptos y su funcionamiento, el economista por su parte si los conoce y puede sacar provecho de ellos.

Es por eso que en este capítulo nos enfocaremos a la importancia del análisis microeconómico, ya que de aquí parte la base para una mejor toma de decisiones tanto por parte de los consumidores como por parte de los productores, ya que una vez mejor comprendido esto, podemos pasar a mejorar los resultados obtenidos en nuestras actividades, ya tomando en cuenta los elementos que conforman las actividades de la microeconomía.

IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS MICROECONÓMICO.

1.1 DEFINICIÓN DE MICROECONOMÍA

Para que podamos entender la importancia del análisis microeconómico dentro de la investigación de operaciones, es necesario definir que es la microeconomía.

La microeconomía es aquella parte de la economía que estudia la conducta económica de los agentes económicos individuales- principalmente de las economías domésticas y las empresas- y de mercados e industrias específicas¹.

Para tener una mejor comprensión de la actividad económica haremos un pequeño paréntesis, generalmente se divide a la economía en 3 sectores básicos teniendo en cuenta su participación en las actividades productivas, que se denominan unidades de decisión y denominados consumidores y familias, productores o empresas, y gobierno.

La familia es una unidad básica de decisión en materia de consumo y de oferta de servicios productivos, porque es la que demanda los productos y la que ofrece servicios productivos². Se trata de un grupo de personas que vive bajo un mismo techo y decide en conjunto tanto su modo de ganar ingresos como de gastarlos. El ingreso de las familias se encuentra compuesto por los ingresos que obtienen sus miembros de la venta de servicios productivos. Además, el análisis supone que se comporta como si se tratara de un consumidor único y que tiene una conducta racional. Para decirlo en forma más específica el análisis del comportamiento de la familia supone que:

1. Es un centro único de toma de decisiones
2. Su objetivo es la maximización del bienestar derivado del consumo de bienes y servicios y
3. Decide los bienes y servicios que comprará con su ingreso, y los servicios productivos que venderá y sus condiciones.

¹ DORNBUSCH RUDIGER, FISHER STANLEY. Economía. Mc Graw Hill. México Pág.17

² DELFINO JOSE A. Microeconomía: principios básicos y aplicaciones. Eudecor. Argentina. Pág.18

La empresa, por su parte, combina los servicios productivos que compra a las familias, organiza la producción de bienes y servicios, y se los vende a aquellas³. Cualquiera que sea su forma legal, la empresa es una unidad económica que tiene objetivos propios y adopta sus decisiones para alcanzarlos. Sus características esenciales y los supuestos sobre su comportamiento indican que:

1. Es un centro único de toma de decisiones
2. Su objetivo es obtener el máximo beneficio por la venta de su producción
3. Determina los bienes que producirá y sus cantidades y:
4. Decide los métodos de producción que empleará para ello, vale decir la clase y la cantidad de factores que se utilizará.

Tanto en este caso como en el de las familias, el análisis también supone que tienen libertad para elegir los servicios productivos y los productos que comprarán.

El gobierno como unidad de decisión sólo incluye las dependencias a través de las cuales puede regular, controlar o influir en el comportamiento de las economías domésticas o de las empresas⁴. Por este motivo sólo comprende los bancos centrales, las instituciones que diseñan la política tributaria y los organismos de defensa de la competencia por ejemplo. Se excluyen, en cambio, tanto las actividades que realiza en su carácter de productor de bienes y servicios (combustibles, electricidad y transporte) como otras que se reserva de manera exclusiva y están fuera del mercado (defensa nacional, seguridad y justicia), porque ambas deben analizarse dentro del sector productivo, aunque teniendo en cuenta la posible discrepancia entre sus objetivos y los de las empresa privadas, los tipos de bienes y servicios y las características de los mercados que actúan.

Podemos observar varios términos que son importantes para nuestro estudio, producción, demanda, oferta; en las cuales radica la importancia del análisis

³ Ibid pág. 18

⁴ Ibid pág. 18

microeconómico, a continuación explicaremos de la manera más brevemente posible las partes que son fundamentales para poder hacer un análisis microeconómico.

1.1.1 EL PROBLEMA DE LA ESCASEZ.

En cualquier parte del mundo nos encontramos con un problema de gran importancia y complejidad, este problema es el de la escasez. No todas las cosas que deseamos están disponibles para las personas (principales agentes en la toma de decisiones) cuando y como las quieren. Aun cuando todos los bienes materiales que se desean existieran en cantidades ilimitadas, no habría tiempo suficiente para disfrutarlos todos. Es el hecho de la escasez el que nos obliga a tomar decisiones de índole económica, es decir, a organizar nuestras actividades para producir e intervenir en las actividades y obtener los bienes de consumo deseados.

Prescindiendo del deseo de las relaciones sociales y de las distinciones como pueden ser el prestigio y el afecto, las entidades físicas que solemos concebir como objetos de la elección económica se llaman mercancías, bienes y servicios. Los bienes se distinguen de los servicios en que son objetos físicos (artículos o mercancías). Los servicios representan el flujo de beneficios a lo largo de un periodo; provienen de bienes físicos (como el servicio de refugio que brinda una casa) o de las actividades humanas (como el servicio de diversión que prestan los concertistas).

En muchas partes del mundo nos encontramos con muchas quejas sobre su situación económica (México por ejemplo) y una parte considerable de este problema se debe a la forma incorrecta en que se asignan los recursos que son escasos, y esto se debe en gran parte al desconocimiento de muchos factores (por ejemplo, un aumento en el IVA a medicinas o alimentos ¿cuál será el efecto en la **demanda** de éstos?) o una disminución de la mano de obra de una empresa causada por efectos negativos en su producción, etc. Si bien no se pueden obtener todos los bienes y servicios para todos aquellos que los demandan, debe de implementarse un sistema eficaz de asignación y por lo tanto también de producción, es por eso que mediante buenos análisis se pueden tomar mejores decisiones

de tal manera que todas las partes que integran la actividad económica sean beneficiadas de la mejor manera posible. Así pues el problema central de toda sociedad es la escasez.

1.2 TEORÍA DE LA DEMANDA

Al hablar sobre la demanda tenemos un concepto de mucha importancia, ya que ésta es la que nos dará ideas sobre las cantidades que se deben producir de un bien o servicio específico, por ejemplo, si nos dedicamos a producir abrigos de lana y viene la temporada “decembrina”, nuestros productos tendrán mayor demanda que en el mes de mayo, o por citar otro ejemplo, nos dedicamos a empastar las tesis profesionales y hay otra “casa empastadora” la cual baja sus precios, eso nos afectará de una manera directa en la demanda que tienen los estudiantes para contratar nuestros servicios.

La demanda en su sentido económico apropiado se refiere a las diversas cantidades de bienes y servicios que estamos dispuestos y que podemos comprar a diferentes precios en un momento determinado⁵.

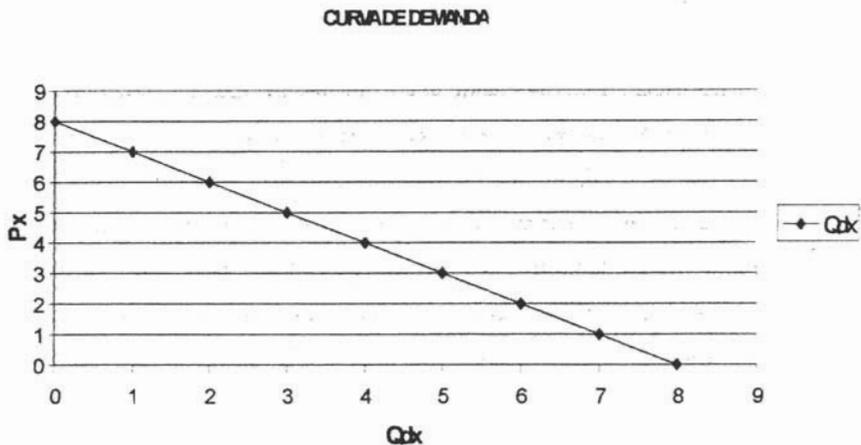
La cantidad de un artículo que un individuo está dispuesto a comprar en un período de tiempo específico, es una función, o depende, del precio del artículo, del ingreso monetario del comprador, de los precios de otros artículos, y de sus gustos. Al variar el precio de un artículo, manteniendo constantes el ingreso monetario y los gustos del individuo, así como los precios de los demás artículos (*ceteris paribus*)⁶ obtenemos la proyección de demanda de ese individuo por el artículo. La representación gráfica de esta proyección nos da su curva de demanda.

P _x (\$)	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Q _{dx}	0	1	2	3	4	5	6	7	8

⁵ HEILBRONER ROBERT. Economía. Prentice Hall. México. Pág. 109

⁶ “cuando todo lo demás permanece igual”, una condición que permite a los economistas describir el efecto aislado de una variable económica sobre otra..

La proyección de demanda del individuo por el artículo X muestra las cantidades alternas del artículo X que está dispuesto a comprar a los diversos precios, manteniendo todo lo demás constante.



Así podemos observar que en un momento específico si el precio de X es de \$7, el individuo está dispuesto a comprar una unidad en el periodo de tiempo especificado (el periodo de tiempo especificado puede ser una semana, un mes, un año o cualquier otro intervalo "pertinente") si el precio de X es \$6, el individuo está dispuesto a comprar dos unidades en el periodo de tiempo especificado, etc. Así pues, los puntos sobre la curva de demanda representan alternativas tales como las ve el individuo en un momento determinado.

1.2.1 DESPLAZAMIENTOS DE LA CURVA DE DEMANDA DEL INDIVIDUO.

Cuando cambia cualquiera de las condiciones *ceteris paribus*, toda la curva de demanda se desplaza. A esto se llama un cambio de la demanda, en contraposición a un cambio en la cantidad demandada, que es un movimiento a lo largo de la misma curva de demanda.

Por ejemplo, cuando aumenta el ingreso monetario de un individuo (permaneciendo todo lo demás constante), su demanda de un artículo suele aumentar (es decir la curva de demanda se desplaza hacia arriba) indicando que al mismo tiempo comprará más unidades del artículo por unidad de tiempo. En esta forma, si aumenta el ingreso monetario del individuo, su curva de demanda de bistecs se desplazará hacia arriba de tal modo que, al precio constante de bistecs, comprará más de éstos por mes. Los bistecs se pueden denominar bienes normales, hay otros artículos (como el pan y las papas) cuya curva de demanda generalmente se desplaza hacia abajo cuando aumenta el ingreso del individuo, estos bienes se llaman inferiores.

Como mencionamos al principio del capítulo, cada "entidad" ésta conformada por varias partes, la demanda también tiene sus particularidades, ésta en su conjunto está dividida por varios tipos, por ejemplo, la demanda agregada, la demanda de bienes futuros, la demanda derivada y la de mercado entre otros, y retomando nuestro problema principal (el de tener conocimiento sobre los elementos que conforman un análisis microeconómico), a continuación explicaremos las características de los tipos de demanda que mencionamos.

1.2.2 LA DEMANDA AGREGADA.

Suponiendo que un estudiante recién egresado dispone de una cantidad de dinero y desea entablar su propio negocio, dicho en otras palabras, va a dedicarse a producir "X" artículo o artículos pero aún no decide qué.

La demanda agregada se refiere a la cantidad total que los diferentes sectores de la economía están dispuestos a gastar en un determinado periodo. La demanda agregada es la suma del gasto de los consumidores, las empresas y los gobiernos y depende del nivel de precios, así como de la política monetaria y fiscal y de otros factores. En otras palabras, la demanda agregada mide el gasto total que realizan las diferentes entidades de la economía⁷.

Dicho de otra forma, la demanda agregada se refiere al nivel planeado de gasto en la economía.

Uno se podría preguntar ¿y esto de qué le sirve al estudiante o futuro empresario?, pues que si toma en cuenta los niveles de gasto que están dispuestos a gastar algunos sectores de la economía, le puede dar una idea sobre lo que puede resultar beneficioso para que produzca. Por ejemplo, estadísticas de la economía mexicana⁸ nos dicen que el consumo privado de bienes duraderos es mucho menor que el consumo de bienes no duraderos, por ejemplo, los bienes durables tal y como su nombre lo dice, no se consumen en el momento de la compra, sino a través del tiempo. Además por su naturaleza los bienes duraderos normalmente tienen precios más elevados que los bienes no duraderos, por lo que su consumo se ve restringido considerablemente por el nivel de ingreso. Esta información permite al estudiante darse una idea clara para representar correctamente las preferencias de la economía y así decidir a final de cuentas que tipo de bienes producirá⁹.

1.2.3 DEMANDA DE BIENES FUTUROS.

Suponiendo que nuevamente hablamos del estudiante recién egresado, aún no sabemos si ya puso en operación su negocio, pero si sabemos que de alguna forma u otra tiene un margen de utilidades y a su vez tiene que destinarlo al consumo de determinados bienes. La demanda de bienes futuros tiene que ver con la utilidad del individuo, aquí ésta depende del consumo actual y futuro podemos expresarlo ($U = (C_0 + C_1)$) éste debe decidir

⁷ SAMUELSON PAUL. Economía. Mc Graw Hill. México. Pág. 402

⁸ se encuentran disponibles en el Banco de Información Económica (BIE) del INEGI

⁹ una vez que decida que producir tendrá que determinar cuantas unidades va a elaborar, el precio, pero eso se verá más adelante

qué parte de la riqueza actual (W) va a asignar a estos 2 bienes¹⁰. La riqueza que no se gasta en consumo actual puede invertirse a la tasa de rendimiento r para obtener consumo en el siguiente periodo. P_1 refleja, al igual que antes, el costo actual del futuro consumo, la restricción presupuestaria del individuo viene dada por:

$$W = C_0 + P_1 C_1$$

Esta restricción se muestra en la figura 1A. si el individuo decide gastar toda su riqueza en C_0 , el consumo total actual es W y no se consume nada en el periodo 2. En cambio si $C_0 = 0$, C_1 viene dado por $W/P_1 = W/(1+r)$. Es decir, si se invierte toda la riqueza a la tasa de rendimiento r , la riqueza actual crece a $W(1+r)$ en el periodo 2¹¹.

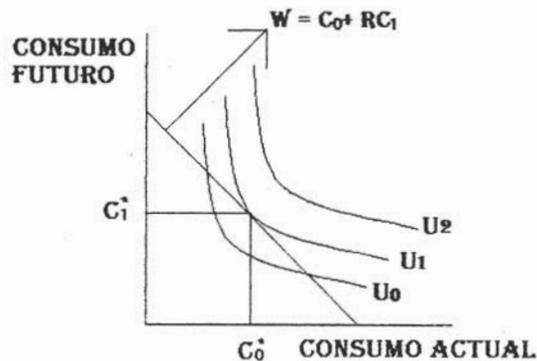


FIGURA 1A

Cuando se enfrenta a la restricción presupuestaria intertemporal $W = C_0 + P_1 C_1$ el individuo maximiza la utilidad decidiendo consumir C_0^* actualmente y C_1^* en el siguiente periodo. Una reducción de P_1 (un aumento de la tasa de rendimiento) hace que aumente C_1 , pero el efecto producido en C_0 es indeterminado, ya que el efecto sustitución y el efecto- renta actúan en sentido contrario (suponiendo que tanto C_0 Como C_1 son bienes normales).

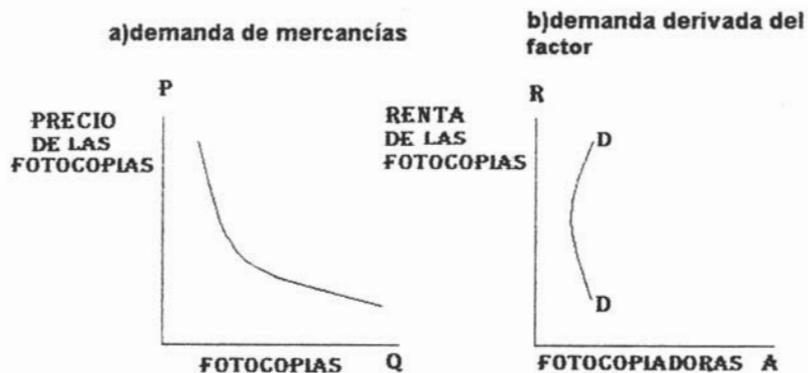
¹⁰ NICHOLSON WALTER. Teoría microeconómica. Edit. Interamericana. México. Pág. 126

¹¹ esta observación permite interpretar de otra forma la restricción presupuestaria de la ecuación que puede expresarse en función de la tasa de rendimiento de la sigu. Forma $W = C_0 + (C_1/(1+r))$ esta expresión indica el hecho de que es el "valor actual" de C_1 el que entra en la restricción presupuestaria actual del individuo.

1.2.4 LA DEMANDA DERIVADA

Cualquier bien o servicio que se produzca, genera cierta cantidad de demanda, ésta a su vez genera a los productores otro tipo de demanda, supongamos que el estudiante del que estabamos hablando decidió establecer un centro de fotocopiado cerca de la FES Aragón, las copias fotostáticas son muy demandadas en esa área, tanto que una sola fotocopiadora no fue suficiente, él demandó más unidades para poder cumplir con los pedidos de los estudiantes.

La demanda de factores de la empresa se deriva indirectamente de la demanda de su producto final por parte de los consumidores. Así pues, cuando los economistas se refieren a la demanda de factores productivos, dicen que es una demanda derivada, lo cual significa que cuando las empresas demandan un factor, lo hacen porque éste les permite producir un bien que los consumidores desean actualmente o en el futuro¹².



Las gráficas muestran que la demanda de un factor se deriva de la demanda de bienes que produce.

¹² SAMUELSON PAUL. Economía. Mc Graw Hill. México. Pág. 211

1.2.5 LA DEMANDA DE MERCADO.

Una vez que hemos definido lo que vamos a producir hay que tomar en cuenta la cantidad demanda existente para lo que estamos ofreciendo, por ejemplo, si vendemos perfumes de cierta marca a un precio determinado, alguien nos demandará más unidades que otra persona, es decir, hay que considerar la demanda del mercado en el que estamos laborando.

La relación entre la cantidad total demandada de un bien y su precio se llama demanda del mercado, pero son los individuos quienes demandan los bienes y servicios. La relación entre la cantidad de un bien demandado por un solo individuo y su precio se llama demanda individual, la demanda del mercado es la suma de las demandas individuales¹³.

La tabla de la figura 1B ilustra la relación entre la demanda individual y la demanda de mercado. En este ejemplo Mariana y Rodolfo son las únicas personas. La demanda del mercado es la demanda total de Mariana y Rodolfo. A \$120.00 la entrada a un teatro Mariana demanda 5 entradas y Rodolfo demanda 2. La figura ilustra la relación entre las curvas de demanda individual y las del mercado. La curva de demanda de entradas de Mariana que aparece en la parte a), y la de Rodolfo, que aparece en la parte b), se suman horizontalmente para obtener la curva de demanda del mercado, la que se observa en la parte c). La curva de demanda del mercado es la suma horizontal de las curvas de demanda individuales y se forma sumando las cantidades demandadas por cada individuo a cada precio.

¹³ PARKIN MICHAEL. Microeconomía. Addison Wesley. México. Pág. 168

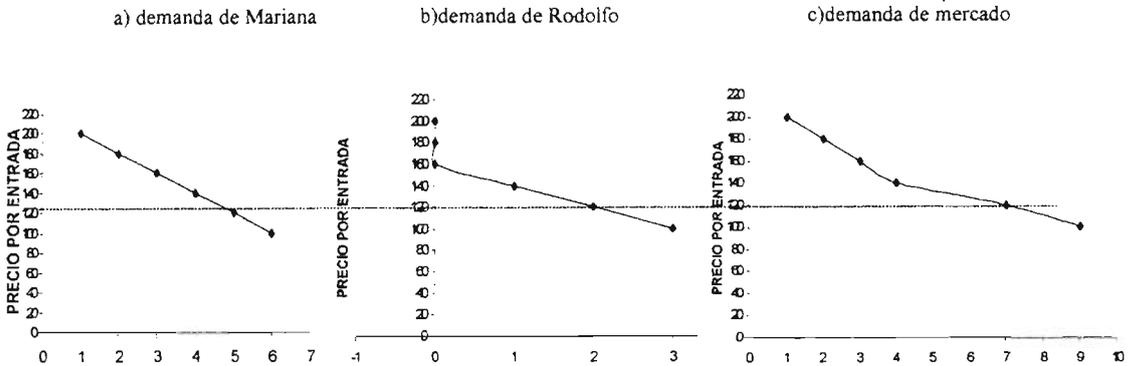


FIGURA 1B

PRECIO POR ENTRADA AL TEATRO	CANTIDAD DEMANDADA DE ENTRADAS		
	MARIANA	RODOLFO	MERCADO
200	1	0	1
180	2	0	2
160	3	0	3
140	4	1	4
120	5	2	7
100	6	3	9

Tal y como se puede ver, la demanda es una parte fundamental en la economía, sin embargo esto quedaría incompleto si no analizamos la parte que la complementa, a continuación explicaremos lo referente a la oferta.

1.3 TEORÍA DE LA OFERTA

Al igual que la demanda, debemos de prestar atención a otro factor del análisis microeconómico; **la oferta** nos muestra cuanto podemos ofrecer de un bien o servicio del cual estemos encargados de producir, además, en la economía de mercado que se vive actualmente la tecnología ha desempeñado un rol muy importante dentro de la actividad económica ya que ha contribuido a un aumento en la producción, y si bien una empresa que se dedica al envasado de cajeta, con la introducción de una nueva tecnología puede aumentar su capacidad productiva, esto por mencionar algunos elementos que intervienen directamente en la oferta, por eso es necesario tener conocimiento de ellos.

Dicho en términos más concretos, la oferta es la cantidad de mercancías que pueden ser vendidas a los diferentes precios del mercado por un individuo o el conjunto de individuos de la sociedad. Por este motivo es que se habla de oferta individual y oferta total¹⁴.

1.3.1 LA OFERTA DE UN PRODUCTOR ÚNICO DEL ARTÍCULO.

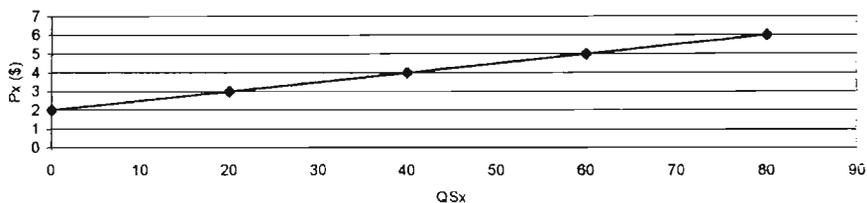
La cantidad de un artículo que un productor único está dispuesto a vender en un periodo determinado de tiempo, es una función del precio del artículo y de los costos de producción del productor. Para obtener la proyección de oferta y la curva de oferta de ese productor único, es preciso mantener constantes (*ceteris paribus*) ciertos factores que influyen en los costos de producción. Éstos son la tecnología, las ofertas de los insumos necesarios para producir el artículo y, para los productos agrícolas, el clima y las condiciones meteorológicas. Manteniendo todos estos factores constantes mientras varía el precio del artículo, obtenemos la proyección de la oferta y la curva de oferta del productor individual.

Supongamos que la función de oferta del artículo X para un productor único es:

$Q_{Sx} = -40 + 20P_x$ ceteris paribus. Sustituyendo diversos precios pertinentes de X en la función de oferta, obtenemos una proyección de oferta del productor que aparece en la siguiente tabla.

P_x (\$)	Q_{Sx}
6	80
5	60
4	40
3	20
2	0

CURVA DE OFERTA



Graficando cada par de valores de la proyección de la tabla anterior, uniendo los puntos resultantes, obtenemos la curva de oferta del productor. Lo mismo que en el caso de la demanda, los puntos de la curva de oferta representan alternativas tales como las ve el productor en un momento determinado.

1.3.2 DESPLAZAMIENTOS DE LA CURVA DE OFERTA DEL PRODUCTOR ÚNICO.

Cuando cambian los factores que mantuvimos constantes al definir una proyección y una curva de oferta (las condiciones ceteris paribus) toda la curva de oferta se desplaza.

¹⁴ MÉNDEZ JOSÉ SILVESTRE. Fundamentos de economía. Mc Graw Hill. México. Pág. 136

Esto se llama un cambio o desplazamiento de la oferta, y debe distinguirse de un cambio en la cantidad ofrecida (que es un movimiento a lo largo de la misma curva de oferta).

Por ejemplo, si hay una mejora de la tecnología (de tal modo que los costos de producción del productor bajan), la curva de oferta se desplaza hacia abajo. Este desplazamiento se llama un aumento de la oferta. Significa que al mismo precio del artículo, el productor ofrece más unidades para la venta por período de tiempo.

Y ahora, de igual forma que tratamos los diferentes tipos de demanda que existen, hay que darle cabida a los diferentes tipos de oferta, ya que si los pasamos por alto no tendríamos el conocimiento completo que requerimos para hacer análisis microeconómico.

1.3.3 LA OFERTA AGREGADA.

Prácticamente igual que en la demanda agregada, si se presta atención a las cantidades de la oferta, uno puede tomar la mejor decisión en cuanto a su producción o en donde producir.

La oferta agregada es la cantidad total de bienes y servicios que las empresas de un país están dispuestas a producir y vender en un determinado periodo¹⁵. La oferta agregada depende del nivel de precios, de la capacidad productiva de las empresas y del nivel de costes. En general, las empresas desean vender todo lo que pueden producir a unos elevados precios. sin embargo, en algunas circunstancias, los niveles de precios y de gasto pueden ser bajos, por lo que éstas pueden encontrarse con un exceso de capacidad.

1.3.4 LA OFERTA DE MERCADO.

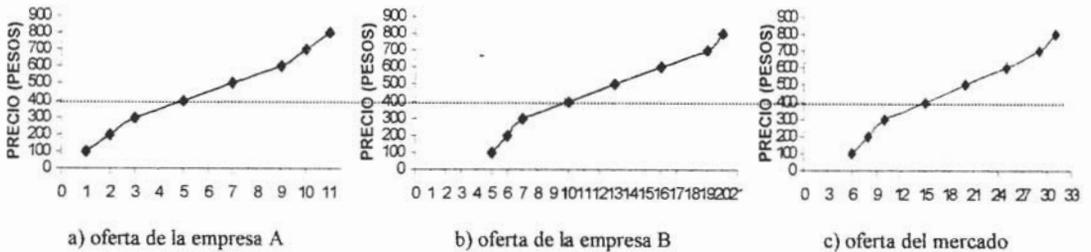
Tanto para las personas que trabajan para el sector informal como para las que pagan impuestos y se encuentran bajo las normas que dicta la ley, se encuentran en un

¹⁵ SAMUELSON PAUL. Economía. Mc Graw Hill. México. Pág. 402

mercado competitivo, es decir, se encuentra integrado por varias empresas y por lo tanto cada una de ellas con ciertas características que las hacen únicas, ya sea su forma de producir, el trato con los clientes, etc. pero todas ellas tienen algo en común; su capacidad de oferta.

La oferta de mercado es la suma de las ofertas de todas las empresas¹⁶. Para una mejor comprensión de esto, supongamos que estamos analizando un mercado competitivo de calzado. A un determinado precio, la empresa 1 producirá una determinada cantidad de zapatos, la 2 otra cantidad, la 3 otra, etc.

En todos los casos, la cantidad ofrecida vendrá determinada por los costes marginales de cada una. La cantidad total que se llevará a un precio dado de mercado será la suma de todas las cantidades que ofrezcan las empresas a ese precio. Este razonamiento nos lleva a la siguiente relación entre las ofertas individuales y la de mercado. (para hallar la curva de oferta de mercado de un bien, debemos sumar horizontalmente las curvas de oferta de todos los productores independientes de ese bien.



Los gráficos muestran que la curva de oferta del mercado está formada por 2 curvas de oferta individuales. Para hallar la oferta total del mercado correspondiente a \$400.00 sumamos horizontalmente las cantidades ofrecidas por cada una de las empresas a \$400.00. esta regla se aplica cualesquiera que sean el precio y el número de empresas. Si hubiera 1000 empresas idénticas la A, la curva de oferta del mercado sería exactamente igual a la curva de oferta de A si se dividiera por mil la escala del eje de abscisas.

¹⁶ Ibid pág. 402

Por tal razón es importante analizar las ofertas de las demás empresas, ya que si conocemos su oferta, tendremos ventaja ya sea al elaborar propuestas, al contratar personal, al conseguir nuestros insumos, etc.

1.4 EQUILIBRIO

Después de haber explicado como funciona tanto la demanda como la oferta, es de suma utilidad mencionar una situación en la que intervienen ambos factores (oferta y demanda), nos referimos a el equilibrio, aunque en la vida real es difícil que esta situación se presente hay que hacer mención sobre este tema.

El equilibrio se refiere a una condición de mercado que, una vez alcanzada, tiende a persistir. En la economía esto ocurre cuando la demanda de un artículo en el mercado por unidad de tiempo es igual a la cantidad de ese artículo que se ofrece en el mismo lapso, geoméricamente, el equilibrio ocurre en la intersección de la curva de demanda con la curva de oferta. El precio y la cantidad a los cuales existe el equilibrio se conocen, respectivamente, como precio de equilibrio y cantidad de equilibrio.

1.5 TEORÍA DE LA UTILIDAD (DEMANDA DEL CONSUMIDOR).

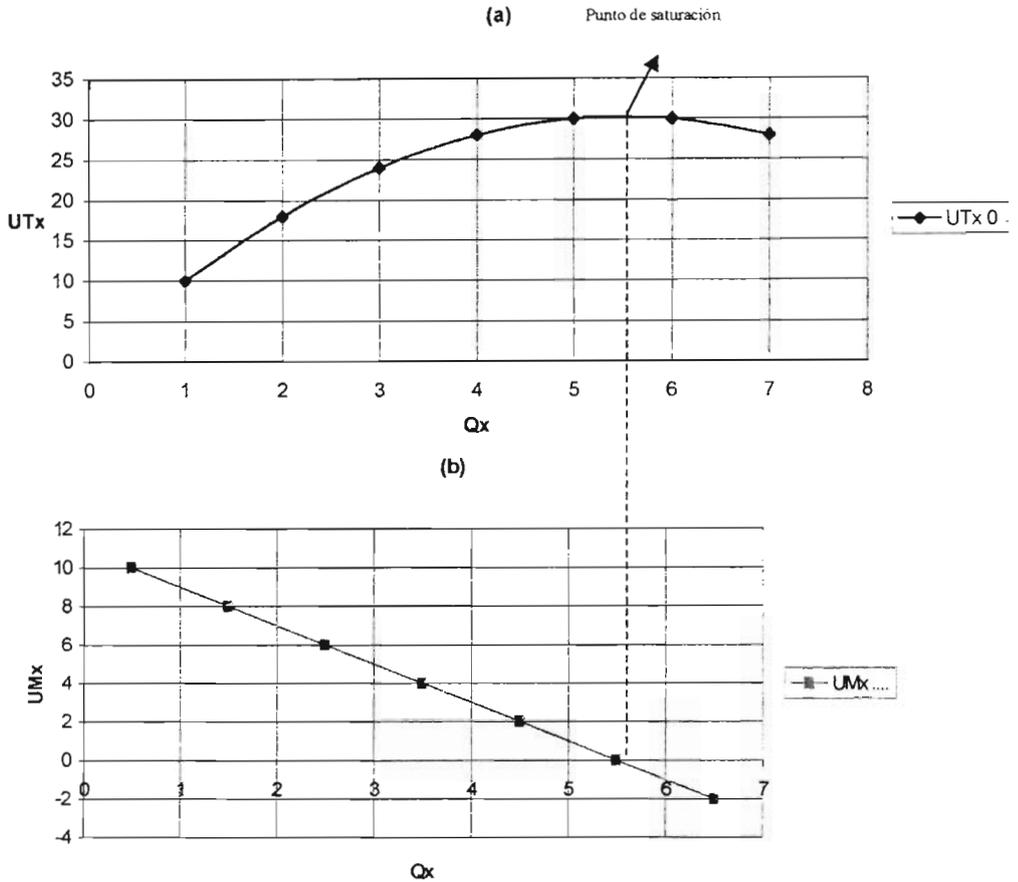
Generalmente cuando vamos a un restaurante lo hacemos porque tenemos hambre y deseamos consumir alimentos, de igual manera si tomamos un curso de natación lo hacemos porque en determinado momento nos servirá de alguna forma u otra, es decir, nosotros como consumidores demandamos determinados articulos, ya sean tangibles o no.

Un individuo demanda un determinado artículo por la satisfacción o utilidad que obtiene consumiéndolo. Hasta cierto punto, mientras más unidades consume de ese artículo por unidad de tiempo, mayor será la utilidad total que recibe. Aún cuando la utilidad total aumenta, la utilidad marginal o extra que recibe al consumir cada unidad adicional generalmente disminuye.

En algún nivel de consumo, la utilidad total que recibe al consumir el artículo llegará a un máximo, mientras que la utilidad marginal será igual a cero. Este es el punto de saturación. Unidades adicionales del artículo harán bajar la utilidad total y convertirán la utilidad marginal en una magnitud negativa, debido a los problemas de almacenamiento o de disposición.

Por ejemplo, las dos primeras columnas de la tabla dan la proyección de la utilidad total hipotética (UT) de un individuo que resulta de consumir diversas cantidades alternas del artículo X por unidad de tiempo. (se supone que la utilidad se mide aquí en términos de una unidad ficticia llamada "útil".) obsérvese que hasta cierto punto, a medida que el individuo consume más unidades de X por unidad de tiempo, UT aumenta. Las columnas 1 y 3 de la tabla dan la utilidad marginal (UM) de este individuo para el artículo. Cada valor de la columna 3 se obtiene restando dos valores sucesivos de la columna 2. Por ejemplo, si el consumo de X pasa de 0 unidades a 1 unidad, la UT_x pasa de 0 utils, lo que da una UM, de 10 utils. De igual manera, si el consumo de X aumenta de 1 a 2 unidades, la UT_x sube de 10 a 18, dando una UM_x de 8. Obsérvese que a medida que este individuo aumenta su consumo de X, su UM_x baja.

(1) Q _x	(2) UT _x	(3) Um _x
0	0
1	10	10
2	18	8
3	24	6
4	28	4
5	30	2
6	30	0
7	28	-2



Si graficamos las proyecciones de utilidad total y utilidad marginal de la tabla 1, obtenemos las curvas de utilidad total y marginal de la siguiente figura. Puesto que la utilidad marginal se ha definido como el cambio de la utilidad total al cambiar el consumo en una unidad, cada valor de UM_x se ha registrado en el punto medio entre dos niveles de consumo, en la parte (b) de la figura. El punto de saturación ($UM_x=0$) se alcanza cuando el individuo aumenta su consumo de X de 5 a 6. La curva descendente de UM_x ilustra el principio de utilidad marginal decreciente

Como podemos observar, el comportamiento del consumidor forma parte importante de la economía, ya que es uno de los pilares para que ésta funcione.

1.6 EFECTO SUSTITUCIÓN Y EFECTO INGRESO.

Un caso que se repite con mucha frecuencia es cuando vamos al centro comercial a comprar un bien que nos agrada, por ejemplo un yogurth-light de fresa, sin embargo al llegar a donde se encuentran los lácteos nos encontramos con que el precio de este yoghurt se ha modificado, razón por la cual, también se modificará la cantidad demandada de dicho bien.

La situación económica de nuestro país no es la mejor desde hace varios años, lo cual ha provocado que reemplacemos varios artículos que consumimos por otros en el mejor de los casos, en situaciones peores se deja de consumir.

Por otra parte no todos tienen la misma situación y en otras circunstancias más favorables cuando se presenta un aumento en nuestros ingresos hay cambios interesantes en nuestra forma de vida, esto se puede entender mejor gracias al efecto sustitución y el efecto ingreso.

Según el primero, cuando baja el precio de un artículo, el individuo reemplaza con él otros artículos cuyos precios han permanecido sin cambio. Este efecto de sustitución hace aumentar la cantidad demandada del artículo cuyo precio bajo¹⁷.

El efecto de ingreso puede explicarse como sigue. Si baja el precio de un artículo (*ceteris paribus*) el poder adquisitivo del ingreso monetario constante de un individuo aumenta. En otras palabras, aumenta su ingreso real. Al ocurrir esto, el individuo tiende a comprar más unidades del artículo cuyo precio bajó, si ese artículo es normal; menos unidades si es un artículo inferior.

¹⁷ SALVATORE DOMINICK. Teoría y problemas de microeconomía. Mc Graw Hill. México. Pág.60

1.7 TEORÍA DE LAS CURVAS DE INDIFERENCIA.

Una parte clave del comportamiento del consumidor se basa en la idea de que las personas eligen “lo mejor que pueden consumir”, esta idea sencilla ha sido obtenida gracias a la observación del comportamiento cotidiano de los consumidores en los distintos mercados.

A menudo las personas consumimos determinados artículos ya sea por necesidad (por ejemplo los alimentos o el agua) sin embargo en algunas circunstancias existen varios tipos de artículos que a final de cuentas sirven para lo mismo y sin embargo son diferentes.

Por ejemplo un corredor al final de hacer su rutina de ejercicio tiene sed, éste puede elegir entre tomarse un jugo de naranja natural o dos refrescos de complemento vitamínico, ambos le producen cierto tipo de satisfacción pero a final de cuentas le quitarán la sed.

Es así como surgen las curvas de indiferencia. Una curva de indiferencia muestra las diversas combinaciones del artículo X y el artículo Y que proporcionan igual utilidad o satisfacción al consumidor. Una curva de indiferencia más alta muestra un mayor grado de satisfacción, y una más baja muestra una menor satisfacción¹⁸.

Las curvas de indiferencia tienen 3 características básicas, tienen pendiente negativa, son convexas con respecto al origen y no pueden intersectarse.

La tabla que mostramos en la parte de abajo, da puntos sobre 3 curvas de indiferencia para un consumidor. Graficando estos puntos en un mismo sistema de ejes y uniéndolos mediante curvas suaves, obtenemos tres curvas de indiferencia como se ve en la figura 1C.

¹⁸ Ibid pág.75

Curva de indiferencia I			Curva de indiferencia II			Curva de indiferencia III		
Qx	Qy	TMSxy	Qx	Qy	TMSxy	Qx	Qy	TMSxy
1	10	..	3	10	..	5	12	..
2	5	5	4	7	3	6	9	3
3	3	2	5	5	2	7	7	2
4	2.3	0.7	6	4.2	0.8	8	6.2	0.8
5	1.7	0.6	7	3.5	0.7	9	5.5	0.7
6	1.2	0.5	8	3.2	0.3	10	5.2	0.3
7	0.8	0.4	9	3	0.2	11	5	0.2
8	0.5	0.3	10	2.9	0.1	12	4.9	0.1
9	0.3	0.2						
10	0.2	0.1						

CURVAS DE INDIFERENCIA

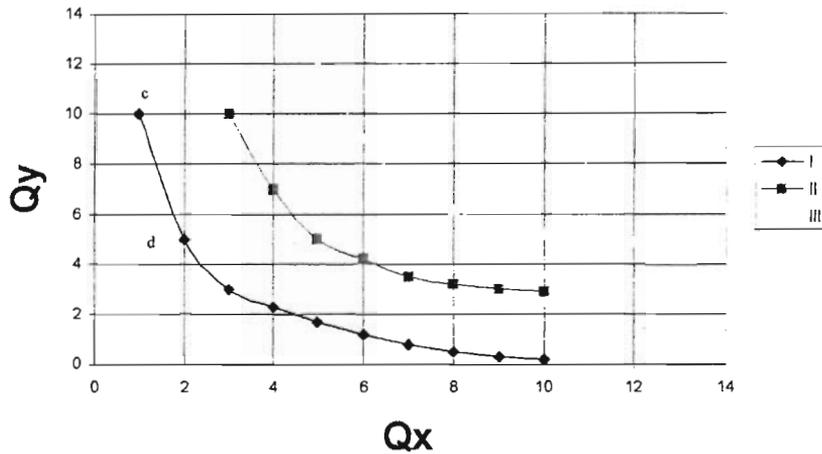


FIGURA 1C

Todos los puntos situados sobre la misma curva de indiferencia proporcionan igual satisfacción al consumidor. Por tanto, al consumidor le da lo mismo 10Y que 1X (punto c en la curva de indiferencia I de la figura), y 5Y que 2X (punto d en la misma curva).

Aquí se nos pueden ocurrir varias preguntas, por ejemplo, supongamos que conocemos algunas personas que les gustan los partidos de fútbol, y que en especial son aficionados al equipo de los Pumas. Para encuentros “especiales” (ya sean cuartos de final, semifinales, o exhibiciones) el estadio olímpico de CU asigna determinados precios a

determinados lugares, los de primera fila tienen un precio de \$400.00 y los de la parte media \$250.00, y uno de estos aficionados siempre elige la primera fila, ¿y eso qué?, para empezar esta situación nos dice dos cosas, en primer lugar que un asiento de primera fila es mejor y por lo tanto preferible a uno de la parte media, y en segundo lugar este aficionado puede pagar el asiento de primera fila. En la vida real nuestro aficionado al fútbol pudo adquirir su boleto de primera fila porque contaba con dinero para hacerlo. Si un consumidor no cuenta con los recursos para adquirir lo que más prefiere, no significa que no elija lo mejor, pues siempre buscará sustituir aquello que es lo “mejor deseable” por otra cosa al alcance de sus posibilidades.

De este modo, cuando un consumidor se enfrenta a dos o más bienes (suponiendo que pueda adquirir al menos uno de ellos) tiene la capacidad de elegir aquel que más prefiera. De esta forma, observando las curvas de indiferencia que produce vemos que hay aficionados que prefieren tener lugares en primera fila y pueden pagarlos, así los administradores del lugar pueden optar por tomar los datos de los aficionados y enviarles precios especiales o algunas promociones que a ambos les convengan, ya que pueden pagarlos y, dependiendo de los objetivos, los administradores pueden capitalizarlo.

1.7.1 TASA MARGINAL DE SUSTITUCIÓN.

Como ya ha quedado claro, todas y cada una de las personas que viven en nuestro país y en el resto del mundo tienen distintos niveles de ingreso y gasto, por ejemplo, la mayoría de los estudiantes de universidades privadas cuentan con vehículo propio y los de universidades públicas (la mayoría) utilizan el transporte público, a veces microbuses y a veces taxi, pero a final de cuentas es transporte público. Sin embargo sabemos que un taxi cobra más dinero que un microbús y también no siempre se dispone del dinero necesario para viajar siempre en taxi, pero ambos nos llevan a algún destino en particular.

La situación económica en la que vivimos nos hacen a veces tener que sacrificar cierta cantidad de un artículo para tener más de otro, por ejemplo si deseo comer en un

restaurante de lujo el fin de semana y mis ingresos no son los más altos, tendré que renunciar a ir al cine el miércoles y no comprar golosinas en varios días, por citar un ejemplo.

La tasa marginal¹⁹ de sustitución nos dice cuantas unidades de un bien deben sacrificarse para aumentar el consumo de otro bien, conservando la utilidad total inicial²⁰. Es decir, la tasa marginal de sustitución del bien X_1 por el bien X_2 viene dada por:

$$\text{TMgS } 1,2 = - \text{Umg } X_1 / \text{U,g } X_2$$

O sea, cuántas unidades de bien X_2 deben sacrificarse para aumentar en una unidad el consumo del bien X_1 manteniendo el mismo nivel de utilidad²¹.

1.7.2 LA LINEA DE RESTRICCIÓN PRESUPUESTARIA.

Ahora que ya hemos explicado lo referente a lo “mejor deseable” hay que enfrentarnos a la realidad, lo que realmente como consumidores podemos elegir. En muchas ocasiones, a los estudiantes les gustan las enchiladas suizas o una copa de vodka, sin embargo no siempre las podríamos pagar, a la vez que no en todos lados se consiguen, por lo que en la vida real es raro que alguna persona acuda al mercado con activos ilimitados (ya sea crédito o dinero) que le permitan adquirir todo lo que desee. Por lo general todos nos enfrentamos a diversos bienes entre los que debemos elegir con un ingreso o presupuesto limitado.

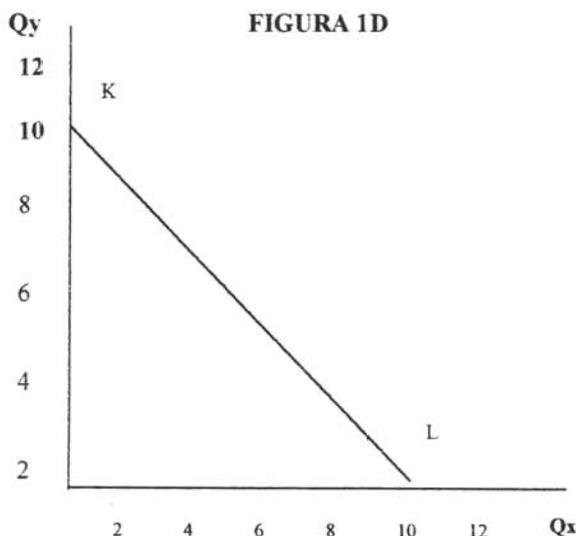
La línea de restricción presupuestaria muestra todas las distintas combinaciones de los dos artículos que un consumidor puede comprar, dado su ingreso monetario y el precio de los artículos.

¹⁹ económicamente hablando, lo marginal se refiere a la variación de una variable cuando se modifica otra variable relacionada. En el caso que nos ocupa, la utilidad marginal de un bien es la variación de la utilidad total a consecuencia de la variación en la cantidad consumida de ese bien. Es decir, la utilidad marginal del bien X_1 , es igual al aumento o disminución en la utilidad total U , a consecuencia de un aumento o disminución en la cantidad consumida de X_1 . Algebraicamente podemos decir que: $\text{Umg}X_1 = dU/dx_1$ donde dU/dx_1 es la derivada parcial de U respecto a X_1 .

²⁰ APARICIO ABRAHAM. Curso de microeconomía. Fomento editorial UNAM. México. Pág. 41

²¹ el signo negativo se antepone porque la TMgS es la tangente de la curva de indiferencia en un punto, la cual tiene pendiente negativa.

Supongamos que $P_x = P_y = \$1$, que el ingreso monetario del individuo es \$10 por periodo de tiempo, y que lo gasta todo en X y Y. La línea presupuestaria para este individuo le da entonces la línea KL de la figura 1D. Si el consumidor gasta todo su ingreso en el artículo Y, puede comprar 10 unidades de Y. Esto define el punto K. Si gasta todo su ingreso en X, puede comprar 10 unidades de X. Esto define el punto L. Uniendo los puntos K y L con una línea recta, definimos la línea presupuestaria KL. Esta línea muestra todas las diversas combinaciones de X y Y que este individuo puede comprar, dado su ingreso monetario y los precios de X y Y.



1.8 EQUILIBRIO DEL CONSUMIDOR.

Hemos hablado de que los individuos perciben un ingreso y el cual a su vez se destina para ciertas actividades, la principal es el consumo, sin embargo al hablar del ingreso, éste cuenta con una característica que la mayoría de las cosas en la economía; es limitado.

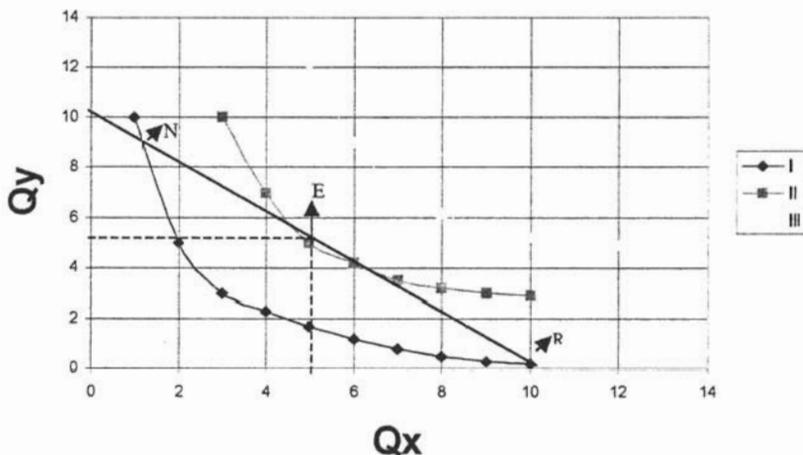
Un consumidor está en equilibrio cuando, dado su ingreso y las limitaciones de precios, maximiza la utilidad o satisfacción total que obtiene de sus gastos. En otras

palabras, está en equilibrio cuando, dada su línea presupuestaria, alcanza la más alta curva de indiferencia²².

Reuniendo en un mismo sistema de ejes las curvas de indiferencia del consumidor y su línea de restricción presupuestaria podemos determinar el punto de equilibrio del consumidor. Este lo da el punto E en la siguiente figura.

El consumidor quisiera alcanzar la curva de indiferencia III en la figura 1.8.1, pero no puede porque se lo impiden las restricciones de ingreso y los precios. el individuo podía efectuar su consumo en el punto N o en el punto R de la curva de indiferencia I, pero si así lo hiciera, no estaría maximizando la satisfacción total proveniente de sus gastos. La curva de indiferencia II es la más alta que este individuo puede alcanzar con su línea de restricción presupuestaria. Para llegar al equilibrio debe gastar \$5 de su ingreso para comprar 5 unidades de Y y los \$5 restantes para comprar 5 unidades de X. Obsérvese que el equilibrio ocurre en donde la línea presupuestaria es tangente a la curva de indiferencia. Así, en el punto E la pendiente de la línea presupuestaria es igual a la pendiente de la curva de indiferencia II.

FIGURA 1.8.1
CURVAS DE INDIFERENCIA



²² SALVATORE DOMINICK. Teoría y problemas de Microeconomía. Mc Graw Hill. México. Pág. 77

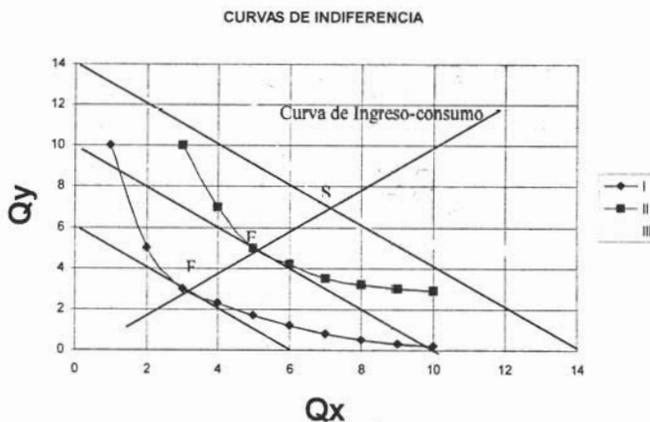
1.9 LA CURVA DE INGRESO CONSUMO Y LA CURVA DE ENGEL.

En algunas ocasiones se corre con la fortuna de aumentar nuestros ingresos, ya sea por un aumento en nuestro trabajo, un empleo adicional, etc. gracias a esta nueva situación nuestra forma de vida se ve afectada de alguna forma u otra, dando origen a 2 nuevos temas de importancia, la curva de ingreso consumo y la curva de Engel.

Como mencionamos anteriormente, modificando el ingreso monetario del individuo y manteniendo al mismo tiempo constantes sus gustos y los precios de X y Y, podemos derivar la curva de ingreso-consumo del consumidor y la curva de Engel. La de ingreso-consumo es el lugar geométrico de puntos de equilibrio del consumidor que resultan cuando se varía únicamente su ingreso. La curva de Engel muestra la cantidad de un artículo que el individuo compraría por unidad de tiempo a diversos niveles de su ingreso.

Si las curvas de indiferencia de la figura 1E representan los gustos del consumidor, si $P_x = P_y = 1$, y si el ingreso monetario del consumidor (M) sube de \$6 a \$10 y luego a \$14 por período de tiempo, entonces las líneas presupuestarias del consumidor las dan respectivamente las líneas 1, 2 y 3 de la figura. Así cuando $M=\$6$ el consumidor alcanza el equilibrio en el punto F de su curva de indiferencia I comprando 3X y 3Y. Cuando $M=10$, el consumidor alcanza equilibrio en el punto E de su curva de indiferencia II comprando 5X y 5Y. Cuando $M=\$14$, el consumidor está en equilibrio en el punto S y compra 7X y 7Y. Uniendo estos puntos de equilibrio, obtenemos la curva de ingreso-consumo del consumidor FS, de la figura 1E

FIGURA 1E



La $F^1 S^1$ de la figura 1F es la curva de Engel para el artículo X, para el consumidor del ejemplo anterior. Muestra que cuando $M=\$6$, el consumidor compra 3X, cuando $M=\$10$, compra 5 X; y cuando $M=\$14$, compra 7X. Puesto que la curva de Engel tiene pendiente positiva, $e_M > 0$ y el artículo X es un artículo normal. Cuando la curva de Engel tiene pendiente negativa, $e_M < 0$ y el artículo es inferior. Podemos agregar además, que cuando la tangente de la curva de Engel en un punto en particular tiene pendiente positiva y corta el eje de ingresos, $e_M > 1$ y el artículo es un lujo en ese punto. Si la tangente a la curva de Engel tiene pendiente positiva y corta el eje de cantidad, está entre 0 y 1 y el artículo es una necesidad.

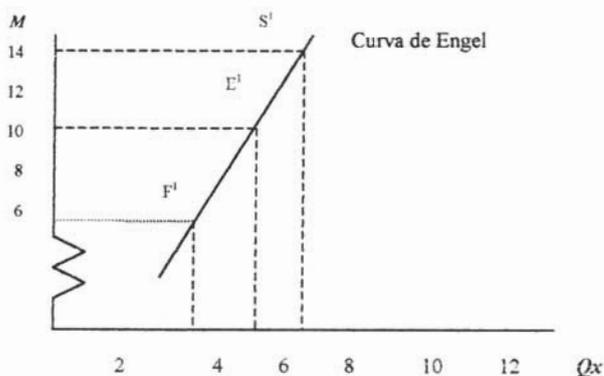


FIGURA 1F

En pocas palabras, una curva de Engel sirve para conocer como se modifica la demanda de un bien cuando se modifica el ingreso de las personas.

1.10 TEORÍA DE LA PRODUCCIÓN.

Desde la persona que vende comida en la esquina de su casa hasta los productores de monitores para computadora deben tomar en cuenta los factores que afectan su producción, ya sean los precios de sus materias primas, los gustos de los consumidores, la competencia, la forma en que van a producir, etc.

La teoría de la producción es muy importante a la hora de considerar las posibilidades de crecimiento económico, ya que proporciona la base para la mayoría de las teorías de la distribución. La producción puede considerarse como el tratamiento de las relaciones técnicas entre los factores productivos y los productos²³.

Dicho con otras palabras, para cualquier producto ya sea bien o servicio se tiene una determinada demanda, la importancia de la producción es ¿cómo se determina un nivel óptimo de producción?, dados varios métodos alternativo de producción, ¿cual se deberá escoger? y un sinnúmero de preguntas pueden surgir y posiblemente no solo tengan una respuesta; el estudio adecuado de la teoría de la producción puede proporcionarnos algunas de las respuestas que estamos buscando; siendo así tenemos un concepto de suma importancia: LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN.

1.10.1 LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN.

Supongamos que acabamos de adquirir una maquina para satinar vasos, y tenemos una persona que sabe utilizar la maquina y dispongo de “X” cantidad de ácido para samblasear, ¿cuánto será lo máximo que podremos ofrecer a un cliente?

Una función de producción relaciona los insumos con los productos. Especifica la producción máxima que se puede generar con una cantidad dada de insumos, o bien, de manera alternativa, la cantidad mínima de insumos necesarios para producir un nivel dado de productos.²⁴

Las funciones de producción son determinadas por la tecnología y los equipos que se encuentran disponibles para la empresa. Esto quiere decir que la relación insumos/productos para cualquier sistema de producción es función del nivel tecnológico de la planta, la mano de obra, los materiales, los equipos y otros insumos que utiliza la empresa. Si tenemos una mejoría en la tecnología (por ejemplo la adquisición de una

²³ ASIMAKOPOLUS. Introducción a la teoría microeconómica. Vicens-vives. Barcelona. Pág. 147

²⁴ BRIGHMAN, PAPPAS. Economía administrativa. Edit. Interamericana. México. Pág. 166

computadora con mayores facilidades en software puede hacer más cantidades de “X” producto con menor mano de obra) nos dará como resultado una nueva función de producción.

En algunos casos en los que por lo menos uno de los factores o insumos de la producción es fijo, los denominamos de corto plazo. El producto promedio del trabajo (PP_T) se define entonces como el producto total (PT) dividido por el número de unidades de trabajo que se empleen. El producto marginal del trabajo (PM_T) lo da el cambio en PT por unidad de cambio de la cantidad de trabajo empleado.

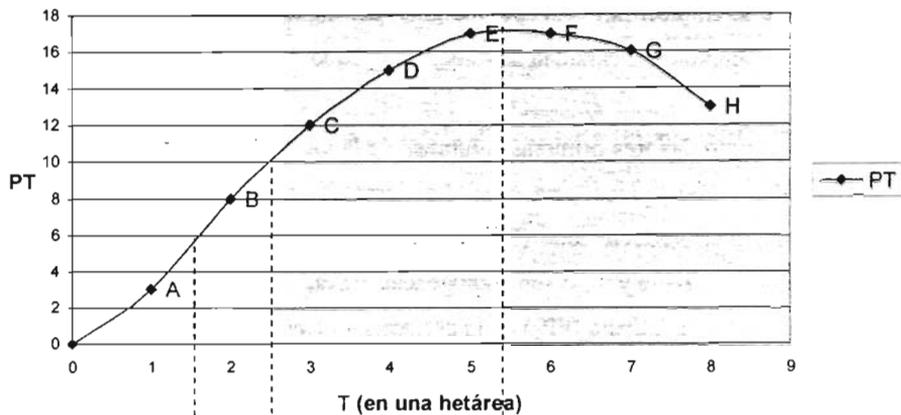
Por ejemplo, las tres primeras columnas de la tabla 1G dan una función hipotética de producción a corto plazo para trigo. La tierra se mide en hectáreas, el trabajo en hombres-años, y el producto total (PT) en hectolitros por año. Se supone que todas las unidades de tierra, trabajo y trigo son homogéneas, o sea, de la misma calidad. Las cifras de producto promedio del trabajo (PP_T) de la columna 4 se obtienen dividiendo cada cantidad de la columna 3 por la correspondiente cantidad de la columna 2. Las cifras para el producto marginal del trabajo (PM_T) de la columna 5 se obtienen hallando la diferencia entre cantidades sucesivas de la columna 3.

TABLA 1G

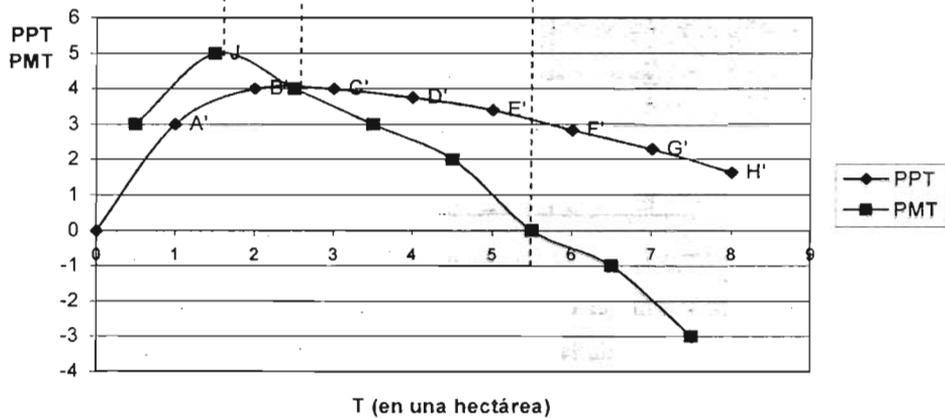
(1) tierra	(2) trabajo	(3) PT	(4) PP_T	(5) PM_T
1	0	0	0	..
1	1	3	3	3
1	2	8	4	5
1	3	12	4	4
1	4	15	$3 \frac{3}{4}$	3
1	5	17	$3 \frac{2}{5}$	2
1	6	17	$2 \frac{5}{6}$	0
1	7	16	$2 \frac{2}{7}$	-1
1	8	13	$1 \frac{5}{8}$	-3

Las proyecciones de PT, PP_T y PM_T aparecen graficadas en la siguiente figura. Puesto que la PM_T se ha definido como el cambio en PT por unidad de cambio en la cantidad de trabajo empleado, los valores de la PM_T se han registrado en la mitad entre las cantidades de trabajo empleado.

CUADRO A



CUADRO B



Ahora bien, para una mejor comprensión de la función producción presentaremos un ejemplo numérico:

Supongamos que una compañía está produciendo un solo bien Q utilizando para ello los insumos de recursos A, B, C, su función producción puede escribirse de la siguiente forma:

$$1.10.1 \quad q = f(a,b,c,\dots)$$

esta expresión significa simplemente que existe una relación que determina la producción q, cuando se cuenta con los insumos a, b, c, etc. supondremos en esta sección que las cantidades de todos los insumos son fijas menos las del insumo A. (por ello nos ocupamos aquí del corto plazo). Así pues, la función de producción puede escribirse en términos más sencillos así:

$$1.10.2 \quad q = f(a)$$

las cantidades de los factores fijos B, C, ... ya no aparecen en la ecuación aunque siguen ejerciendo un efecto; las cantidades de los factores fijos ayudan a determinar la forma de la función $f(a)$, lo cual muestra cuánto puede obtenerse de q a partir de un determinado insumo de A.

Supongamos que la función de producción subyacente para el nivel de producción Q tiene dos insumos A y B, más exactamente $q = 6a^{1/2} b^{1/4}$. Esto corresponde a la ecuación 1.10.1. si la cantidad del factor B se mantiene fija en $b = 1$, la ecuación correspondiente a 1.10.2 adoptará la forma más sencilla $q = 6a^{1/2}$. sin embargo, cuando $b = 16$ (1.10.2) se convertirá en $q = 12a^{1/2}$.

Existe una famosa relación tecnológica entre la cantidad de insumo de los factores, por una parte, y el nivel de la producción, por la otra. A esa relación se le llama **ley de los rendimientos decrecientes**.

Ley de los rendimientos decrecientes: si un factor (o grupo de factores) aumenta y el otro factor (o grupo de factores) es conservado fijo, la producción o el producto total q tenderá a aumentar al principio. Pero llegará el momento en que se alcance un punto donde

comienza a disminuir la tasa de crecimiento, o sea el producto marginal asociado a los incrementos del factor variable; éste es el punto de los rendimientos decrecientes marginales. Cuando hay incrementos posteriores del factor variable, el producto promedio $ap_a = q/a$ con el tiempo comenzará a disminuir; éste es el punto de los rendimientos decrecientes promedio. A medida que sigue aumentando más la cantidad del factor A, puede ser contraproducente y reducir el producto total q. Este es el punto de los rendimientos decrecientes del factor A²⁵.

1.10.2 ECONOMÍAS DE ESCALA (RENDIMIENTOS CRECIENTES).

Por otro lado, cuando el costo de producción de una cantidad de un bien baja conforme aumenta su tasa de producción, existen economías de escala. Muchas industrias tienen economías de escala: la manufacturera de automóviles y de televisores constituyen 2 ejemplos al respecto. Las economías de escala sólo pueden lograrse mediante una organización grande: por eso hacen que surja la coordinación de empresa en lugar de la coordinación del mercado²⁶.

Los rendimientos crecientes a escala ocurren cuando el aumento porcentual del producto es mayor que el aumento porcentual de los factores de producción. Si las economías de escala se presentan cuando una empresa duplica todos sus factores de producción, su producto se eleva más del doble. Las economías de escala se presentan en los procesos de producción en los que un incremento del producto permite a una empresa usar tecnología más productiva. Por citar un ejemplo si GM produce solamente 100 automóviles por semana, no le convendrá instalar una línea de montaje automatizada. El costo por automóvil será más bajo si, en lugar de eso, GM emplea trabajadores calificados que, aunque caros, sólo requerirán como equipo herramientas manuales baratas. Cada trabajador se especializará en un número reducido de tareas y se volverá extremadamente eficiente en ellas. GM puede usar 100 veces más capital y trabajo, pero el número de automóviles que puede hacer aumentará mucho más de 100 veces, es decir, experimentará rendimientos crecientes a escala.

²⁵ HIRSHLEIFER JACK. Microeconomía. Prentice Hall. México. Pág. 146

²⁶ PARKIN MICHAEL. Microeconomía. Addison Wesley. México. Pág. 242

1.10.3 FORMA DE LAS CURVAS DE PRODUCTO PROMEDIO Y MARGINAL.

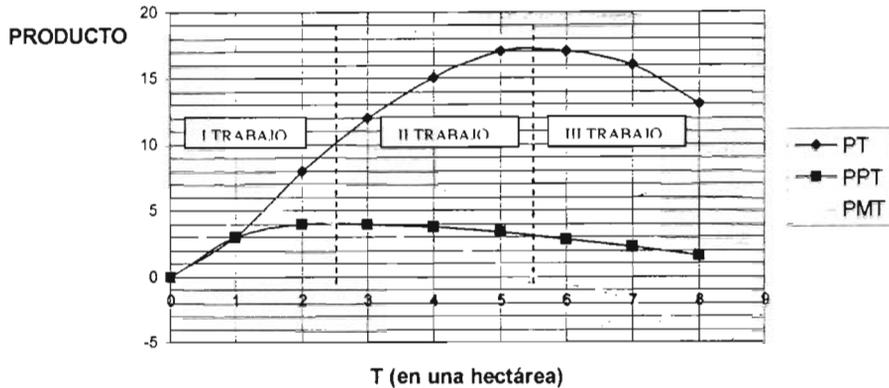
La forma de las curvas de PP_T y PM_T las determina la forma de la correspondiente curva de PT . El PP_T en cualquier punto de la curva PT la da la pendiente de la línea que va desde el origen hasta ese punto. Generalmente la curva de PP_T se eleva primero, llega a un máximo y en seguida cae, pero sigue siendo positiva mientras la PT sea positiva.

El PM_T entre dos puntos de la curva PT es igual a la pendiente de esta curva entre los dos puntos. La curva de PM_T también se eleva al principio, llega a un máximo (antes de que PP_T llegue al suyo) y luego declina. PM_T se convierte en cero cuando PT es máximo, y se vuelve negativo cuando PT comienza a declinar. La porción descendente de la curva PM_T ilustra la ley de los rendimientos decrecientes.

1.10.4 ETAPAS DE LA PRODUCCIÓN.

Podemos utilizar la relación entre las curvas PP_T y PM_T para definir tres etapas de producción para el trabajo en la siguiente gráfica. La etapa I va del origen al punto en que PP_T es máximo. La etapa II va desde el punto máximo de PP_T hasta el punto en que PM_T es cero. La etapa III comprende el intervalo en que PM_T es negativo. El productor no operará en la etapa III aun cuando contara con mano de obra gratuita, porque podría aumentar el producto total empleando menos trabajo por hectárea de tierra. Tampoco operará en la etapa I, porque, la etapa I para el trabajo corresponde a la etapa III para la tierra (el PM_T tierra es negativo). Con esto sólo queda la etapa II como la única etapa de producción para el productor racional.

ETAPAS DE LA PRODUCCION



1.10.5 PRODUCCIÓN CON DOS INSUMOS VARIABLES; ISOCUANTAS.

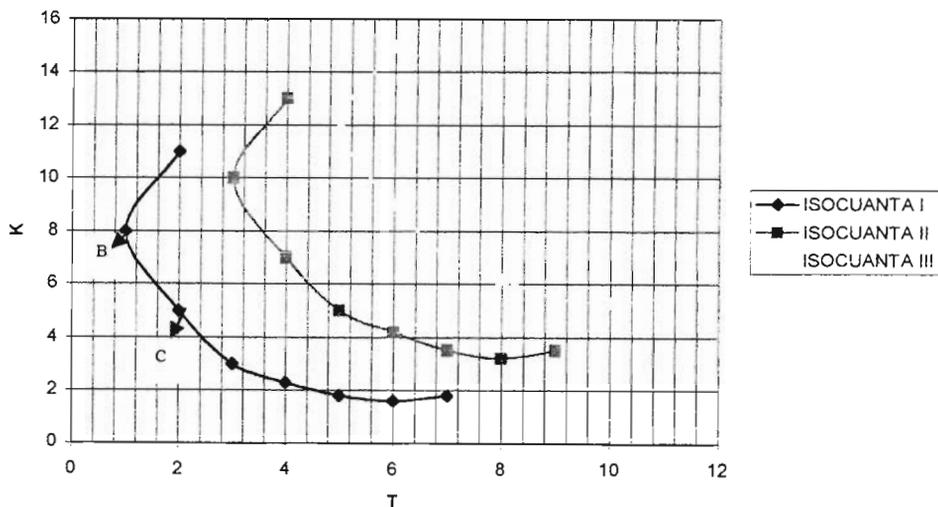
Una curva isocuanta (isocuanta significa igual cantidad) conecta todas las posibles combinaciones de trabajo (T) y capital (k) que dan lugar a un mismo nivel de producción final. Mientras que las curvas de indiferencia reflejan las preferencias de los consumidores, las curvas isocuantas se refieren a la tecnología de producción de la empresa. Una isocuanta más alta significa mayor cantidad de producto, y una más baja significa menor cantidad de producto²⁷.

Isocuanta I		Isocuanta II		Isocuanta III	
T	K	T	K	T	K
2	11	4	13	6	15
1	8	3	10	5	12
2	5	4	7	6	9
3	3	5	5	7	7
4	2.3	6	4.2	8	6.2
5	1.8	7	3.5	9	5.5
6	1.6	8	3.2	10	5.3
7	1.8	9	3.5	11	5.5

²⁷ Ibid pág.175

Graficando los puntos de la tabla anterior en un mismo sistema de ejes y conectándolos con curvas suaves obtenemos las tres isocuantas que se ven en la figura de abajo. La compañía puede producir la cantidad especificada de producto con la isocuanta I empleando 8K y 1T, (punto B), o cuando 5K y 2T (punto C) o cualquier otra combinación de T y K en la isocuanta I. Las isocuantas (a diferencia de las curvas de indiferencia) especifican medidas cardinales de producto. Por ejemplo, la isocuanta I podría referirse a 60 unidades de producto físico; la isocuanta II a 100 unidades de producto, etc.

CURVAS ISOCUANTAS



1.10.6 CARACTERÍSTICAS DE LAS ISOCUANTAS.

Las isocuantas tienen las mismas características que las curvas de indiferencia:

1. En el intervalo significativo, tienen pendiente negativa.
2. Las isocuantas son convexas respecto al origen.
3. Nunca se cortan una a otra.

1.11 LOS ISOCOSTOS

Es lógico que con el paso del tiempo, una empresa puede cambiar el tamaño de su fuerza de trabajo y su existencia de capital. Para obtener máximos beneficios, los encargados (ya sean los gerentes o administradores) deben obtener la mayor producción posible con un presupuesto dado, combinando los insumos de capital y trabajo en las proporciones correctas. Obviamente la razón de capital y trabajo dependerá en parte de los precios respectivos de los salarios (s) y la tasa de renta del capital (r). Por lo tanto los precios de los factores limitan las cantidades de insumos que la empresa puede comprar con un cierto nivel de gasto. El costo total de producción es:

$$C = sT + rK$$

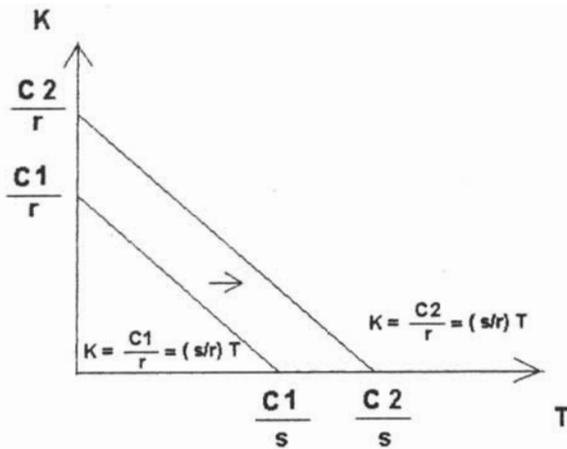
Si conocemos el gasto total de la empresa, C y los valores de s y r , podemos construir la restricción necesaria para la producción. Esta restricción que es presentada en la gráfica 1.11.1 es llamada una línea de isocosto.

Una línea isocosto (igual costo) muestra las diferentes combinaciones de factores que a un precio dado pueden ser comprados con un desembolso determinado²⁸.

Supóngase que la empresa gasta, C_1 pesos en insumos. Si la empresa destina su desembolso total en comprar capital, C_1/r unidades de capital pueden ser compradas. Por lo que C_1/r es la intersección vertical de la línea isocosto.

Si solo se compra trabajo, C_1/s unidades de trabajo estarán disponibles, la cual es intersección en el eje horizontal. La línea isocosto se obtiene cortando con una línea recta las dos intersecciones. Esta línea representa la tasa a la cual la empresa puede cambiar capital por trabajo.

²⁸ CALL SEVEN. Microeconomía. Grupo edit. Iberoamerica. México Pág. 218



Gráfica 1.11.1

Una línea isocosto muestra las diferentes combinaciones de factores que la empresa puede comprar para un nivel de costo dado y fijos los precios de los factores la ecuación lineal es $K = C/r - (s/r) T$. La intersección vertical es c/r y la pendiente es $-(s/r)$.

Cada línea isocosto representa un desembolso dado. Si el desembolso o costo se incrementa a $C2$, dados los precios de los factores la línea isocosto se desplazará a la derecha paralelamente, como se observa en la gráfica 1.11.1. La ecuación lineal para la recta de isocosto se obtiene fácilmente modificando la ecuación de costo total, $C = sT+rK$. Resolviendo para K nos queda

$$K = c/r - (s/r) T$$

En esta forma, C/r es la intersección en el eje vertical de la isocosto y la pendiente es $-s/r$. por lo tanto, la tasa a la cual los factores pueden ser combinados sin cambiar el gasto total está determinada por la razón dada por los precios.

1.12 ELASTICIDADES

Una vez explicados varios términos del análisis microeconómico tenemos que poner mucha atención a un tema que determina en un porcentaje considerable los aumentos o disminuciones de los precios, claro que para eso también tenemos que diferenciar entre los artículos que realmente son necesarios a otros que no, por ejemplo no es lo mismo aumentar el precio a las golosinas que un aumento a la leche, o si tenemos un restaurante cerca de una oficina de gobierno o una escuela y decidimos aumentar en “X” cantidad nuestros precios, ¿cuántas personas seguirán consumiendo nuestros alimentos y cuántas optarán por comprar otro tipo de comida? .

Es por eso que surge un concepto el cual nos puede ayudar a comprender mejor este tipo de situaciones, nos referimos en este caso a las ELASTICIDADES.

La elasticidad es la que mide el grado de respuesta de la variable dependiente a cambios en una variable independiente. Así, cada vez que el significado de elasticidad comienza a olvidarse, una forma de recobrar su significado es usar como sustituto las palabras “grado de respuesta”²⁹.

1.12.1 SENSIBILIDAD DEL PRECIO.

La sensibilidad del precio de la demanda es una medida del grado al cual los consumidores responden a los cambios de precio aumentando o disminuyendo las cantidades que compran³⁰.

Las empresas necesitan saber hasta dónde pueden subir los precios de sus productos sin que los consumidores reduzcan drásticamente sus compras. Los legisladores necesitan saber si un impuesto al consumo, que se esté estudiando, reducirá el consumo en un 50% o si solamente se reducirá en un 5%. Los gerentes de producción necesitan saber que ajustes hacer en los niveles de producción si los precios de sus productos suben o bajan, etc.

²⁹ EMERY DAVID. Principios de Economía. Sitsa. México. Pág. 150

³⁰ Ibid pág. 78

1.12.2 ELASTICIDAD DEL PRECIO DE LA DEMANDA.

Tenemos en general varios tipos de elasticidades, por citar uno, la elasticidad del precio de la demanda es una medida sin unidades de la sensibilidad relativa de la cantidad demandada a los cambios en el precio. En términos más técnicos:

La elasticidad precio de la demanda (E) es el porcentaje de cambio en la cantidad demandada correspondiente a un cambio de 1% en el precio³¹.

Una elasticidad-precio alta indica que la cantidad demandada varía significativamente cuando cambia el precio. Una elasticidad-precio baja indica lo opuesto, o sea que la cantidad demandada varía muy poco cuando cambia el precio.

Por ejemplo, en enero del 2004 en el Distrito federal hubo un aumento en la tarifa de microbuses de 50 centavos a las tarifas que ya se tenían, la gente no disminuyó el uso de este medio de transporte, ya que adquirir un automóvil propio es para muchas personas algo muy difícil y tampoco pueden sustituir el microbús por una bicicleta, ya que muchas personas van a la escuela o a sus trabajos de un extremo de la ciudad a otro, dicho de otra forma, fue una elasticidad-precio baja.

LA ELASTICIDAD PRECIO DE LA DEMANDA ES UNA RAZÓN POSITIVA.

La elasticidad-precio de la demanda es una razón positiva entre un porcentaje de cambio en la cantidad demandada y una variación porcentual en el precio. Ésta puede encontrarse a través de la siguiente fórmula, en la cual el símbolo Δ (delta) se utiliza para representar la palabra cambio:

$$\text{Elasticidad precio de la demanda (E)} = \left| \frac{\% \Delta \text{ en la cantidad demandada}}{\% \Delta \text{ en el precio}} \right|$$

Si conocemos la variación porcentual en la cantidad demandada que resultará de un porcentaje dado de cambio en el precio, podemos calcular muy fácilmente la elasticidad-

³¹ Ibid pág.78

precio de la demanda de un bien, reemplazando los valores conocidos en la fórmula de la elasticidad. Un par de ejemplos servirá para ilustrar lo anterior.

Si un aumento de 10% en el precio de los equipos de sonido produce una disminución de un 30% en la cantidad demandada, la elasticidad-precio de la demanda de equipos de sonido es de 3.

$$E = \left| \frac{-30\%}{10\%} \right|$$

Si no conocemos la variación porcentual en la cantidad demandada y en el precio, podemos encontrarlos dividiendo el cambio en la cantidad por la cantidad inicial y el cambio en el precio por el precio inicial. Por lo tanto si $(Q1*P1)$ y $(Q2*P2)$ son dos combinaciones de precio-cantidad, la fórmula de elasticidad se puede expresar de nuevo de la siguiente forma:

$$E = \left| \frac{(Q2-Q1)/Q1}{(P2-P1)/P1} \right|$$

Suponga que a un precio inicial de \$100, los consumidores tratan de comprar 10000 unidades de un bien hipotético, y a un precio de \$110, tratan de comprar solamente 8000 unidades. Para calcular la elasticidad-precio de la demanda de dicho bien, hay que reemplazar en la fórmula los valores dados.

$$\begin{aligned} E &= \left| \frac{(8000-10000)/10000}{(\$110-\$100)/\$100} \right| \\ &= \left| \frac{-2000/10000}{\$10/\$100} \right| \\ E &= \left| \frac{-20\%}{10\%} \right| \\ &= 2 \end{aligned}$$

LA ELASTICIDAD-PRECIO DE LA DEMANDA ES UNA MEDIDA SIN UNIDADES.

Observe que, cuando se calcula la elasticidad, los cambios en la cantidad y en el precio se expresan como porcentajes. Si fueran expresados en unidades de medida, tales como libras o barriles para la cantidad y en dólares o marcos para el precio, la elasticidad no sería una medida estándar.

LA ELASTICIDAD-PRECIO DE LA DEMANDA ES POSITIVA POR CONVENCION.

De acuerdo con la ley de la demanda, el precio y la cantidad demandada están inversamente relacionados. Esta relación inversa implica que los cambios en el precio y en la cantidad, ya sea medidos en porcentajes o en unidades, siempre tienen signos aritméticos opuestos: si uno es positivo el otro es negativo.

1.12.3 CLASIFICACIÓN DE LA DEMANDA.

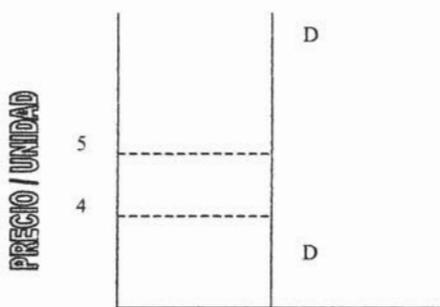
Dependiendo si la elasticidad-precio es mayor, igual o menor que uno, la demanda se clasifica en elástica, de elasticidad unitaria, o inelástica, respectivamente. Estas clasificaciones y sus interpretaciones aparecen en la siguiente tabla.

Elasticidad	Clasificación	Interpretación
$E > 1$	Elástica	$\% \Delta Q > \% \Delta P$
$E = 1$	Elasticidad unitaria	$\% \Delta Q = \% \Delta P$
$E < 1$	Inelástica	$\% \Delta Q < \% \Delta P$

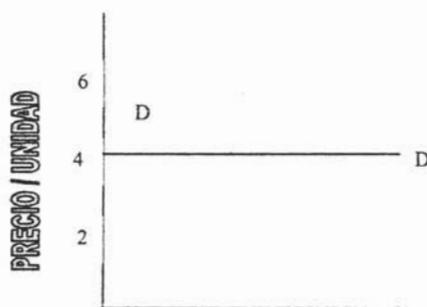
LA DEMANDA PUEDE SER PERFECTAMENTE INELÁSTICA O PERFECTAMENTE ELÁSTICA

La gráfica de la demanda perfectamente inelástica es una línea vertical como se indica en la figura de abajo. Una curva de demanda vertical tiene una elasticidad cero, lo que significa que los consumidores son completamente insensibles a cambios en el precio. En la figura por ejemplo, aunque el precio aumente de \$4 a \$5, la cantidad demandada permanece constante.

La gráfica de demanda perfectamente elástica es una línea horizontal como la que aparece en la figura . una curva de demanda horizontal tiene una elasticidad que tiende al infinito, lo que significa que los consumidores son extremadamente sensibles a los cambios en el precio. Si el precio aumenta tan solo levemente, reducirán su consumo a cero. Si el precio disminuye levemente, aumentan su consumo sustancialmente.



Cantidad / tiempo



Cantidad / tiempo

1.12.4 MEDICION DE LA ELASTICIDAD-PRECIO DE LA DEMANDA CON LA FORMULA DEL ARCO.

Un problema que surge en la determinación de la elasticidad precio es el cálculo de los porcentajes de cambio en precio y en cantidad cuando no se especifica un precio o una cantidad "inicial". A continuación presentamos un ejemplo para comprender mejor esta situación.

Tome las dos combinaciones de precio-cantidad en el ejemplo anterior (10000 y \$100) y (8000 y \$110). En el ejemplo la elasticidad se calcula en base a la primera combinación precio-cantidad debido a que ésta se designa como la combinación inicial. Pero ¿qué sucedería si simplemente se nos pide calcular la elasticidad entre dos puntos y usamos la segunda combinación en cambio de la primera?. Las diferencias absolutas en precio y cantidad serían las mismas, pero dado que tendríamos que dividirlos por diferentes valores, éstos conducirían a diferentes porcentajes y a un coeficiente de elasticidad diferente.

$$\begin{aligned}
 E &= \left| \frac{(10000-8000)/8000}{(\$100-\$10)/\$10} \right| \\
 &= \left| \frac{2000/8000}{-\$10/\$10} \right| \\
 &= \left| \frac{25\%}{-9\%} \right| \\
 &= 2.78
 \end{aligned}$$

En otras palabras, si las variaciones porcentuales se calculan en base a la primera combinación de precio-cantidad, como en el ejemplo , el coeficiente de elasticidad del bien hipotético es 2. Si se calcula en base a la segunda combinación de precio-cantidad, como en este caso, el coeficiente de elasticidad es de 2.78.

Para evitar este problema, los economistas utilizan un método menos ambiguo para determinar las variaciones porcentuales. En vez de basar sus cálculos en una o en otra de dos combinaciones de precio-cantidad, utilizan ambas; es decir, utilizan un promedio de las dos. Por lo tanto, para hallar las variaciones porcentuales en el precio, dividen el cambio o la diferencia por el promedio de los dos precios ; para hallar las variaciones porcentuales en la cantidad, dividen el cambio o la diferencia por el promedio de las dos cantidades.

$$E = \left| \frac{\frac{\Delta \text{ en cantidad}}{\text{cantidad promedio}}}{\frac{\Delta \text{ en cantidad}}{\text{precio promedio}}} \right|$$

Esta fórmula para calcular la elasticidad-precio entre dos combinaciones de precio-cantidad se llama fórmula del arco o del punto medio, de nuevo, si $(Q_1 \cdot P_1)$ y $(Q_2 \cdot P_2)$ sobre una curva de demanda o dos combinaciones de precio-cantidad en un cuadro de demanda, la fórmula del arco se puede escribir de la siguiente manera.

$$E = \frac{\frac{Q_2 - Q_1}{(Q_2 + Q_1)/2}}{\frac{P_2 - P_1}{(P_2 + P_1)/2}}$$

La fórmula del arco parece más complicada de lo que en realidad es. Una vez que comprendamos cómo se deriva, podemos aprenderla en su forma simplificada:

$$E = \frac{Q_2 - Q_1}{P_2 - P_1} * \frac{P_2 + P_1}{Q_2 + Q_1}$$

ELASTICIDAD-PRECIO DE LA DEMANDA Y PENDIENTE.

La elasticidad-precio de la demanda está inversamente relacionada con la pendiente de una curva de demanda, ya que una línea horizontal tiene una elasticidad que se aproxima a infinito y una línea vertical tiene una elasticidad de cero. A partir de esta información se puede concluir que la elasticidad-precio de la demanda está inversamente relacionada con la pendiente de la curva de la demanda. Cuando todo lo demás permanece igual, cuanto mayor sea la pendiente de la curva de demanda, menor será la elasticidad-precio de la demanda; cuanto menor sea la pendiente de la curva de demanda, mayor será la elasticidad-precio de la demanda.

DETERMINANTES DE LA ELASTICIDAD-PRECIO DE LA DEMANDA

La elasticidad-precio de la demanda es afectada por las mismas variables que afectan a la demanda. Estas variables y sus efectos sobre la elasticidad se pueden resumir de la siguiente forma:

1. Mientras mejores sean los sustitutos de un bien, mayor será la elasticidad de la demanda.
2. Mientras mayor sea la porción del ingreso gastado en un bien, mayor será la elasticidad de la demanda.
3. Mientras mayor sea el periodo de tiempo, mayor será la elasticidad de la demanda. Cuando hay más tiempo, la gente encuentra o crea bienes sustitutos.
4. Mientras más lujoso sea un bien, mayor será la elasticidad de la demanda. Los lujos, tales como vacaciones en Cancún , tienden a tener mayor elasticidad que los bienes de primera necesidad, como los medicamentos.

1.13 OTRO TIPO DE ELASTICIDADES.

1.13.1 LA ELASTICIDAD-PRECIO DE LA OFERTA.

Como vimos anteriormente la elasticidad-precio de la demanda es muy interesante por todo lo que engloba en ella, pero ¿qué hay sobre la oferta?, hay que recordar que también forma parte del análisis microeconómico, es por eso que vale la pena mencionar más tipos de elasticidades.

Dentro de la economía los consumidores son clave para el funcionamiento de ésta, pero los productores también, y también tienen diferentes formas de organización y de respuesta a los cambios en los precios, es por esta razón que tenemos la elasticidad-precio de la oferta.

La elasticidad precio de la oferta es aquella que mide la sensibilidad de los productores a los cambios en el precio. La elasticidad-precio de la oferta es la variación porcentual en la cantidad ofrecida ante un cambio de un 1% en el precio³².

$$\text{elasticidad-precio de la oferta (Eo)} = \frac{\% \Delta \text{ en cantidad ofrecida}}{\% \Delta \text{ en precio}}$$

³² Ibid pág. 87

la elasticidad-precio de la oferta se calcula de la misma forma que la elasticidad-precio de la demanda, es decir, en términos de la fórmula del arco. Dado que si el precio y la cantidad ofrecida están directamente relacionados. Los coeficientes de la elasticidad-precio de la oferta son siempre positivos.

1.13.2 LA ELASTICIDAD-INGRESO DE LA DEMANDA.

En un determinado momento podemos sufrir un cambio en nuestros ingresos, ya sea por que perdimos nuestro empleo o porque conseguimos uno mejor, pero a final de cuentas es un cambio ya sea positivo o negativo.

La elasticidad ingreso de la demanda es la que mide la sensibilidad del consumidor a los cambios en el ingreso. La elasticidad-ingreso de la demanda es la variación porcentual en la cantidad demandada ante un cambio de un 1% en el ingreso³³.

en la cantidad demandada ante un cambio de un 1% en el ingreso.

$$\text{elasticidad-ingreso de la demanda (EI)} = \frac{\% \Delta \text{ en cantidad ofrecida}}{\% \Delta \text{ en ingreso}}$$

la elasticidad-ingreso de la demanda es positiva, cero, o negativa, dependiendo de si el bien es superior, independientemente del ingreso, o inferior. Si los consumidores compran más de un bien, como carne para asado, cuando aumenta su ingreso, la elasticidad-ingreso de dicho bien es positiva. Si los consumidores compran la misma cantidad de un bien, como sal, cuando aumenta su ingreso, la elasticidad-ingreso de la demanda de dicho bien es cero. Finalmente, si los consumidores compran menos de un bien, como macarrones, cuando aumenta su ingreso, la elasticidad-ingreso de la demanda de dicho bien es negativa.

³³ Ibid pág. 88

1.13.3 LA ELASTICIDAD CRUZADA DE LA DEMANDA

Es posible conocer la relación que existe entre los cambios en el precio de un producto y el consumo de otro.

La elasticidad cruzada de la demanda se refiere al cambio relativo en la cantidad demandada del bien "X" dividido por el cambio relativo en el precio del bien "Y"; distinto a la elasticidad-precio propia de la demanda³⁴, una manera de calcularla es la siguiente:

$$\text{elasticidad cruzada de la demanda } (E_{XPY}) = \frac{\text{Cambio \% en X}}{\text{Cambio \% en } P_Y \text{ ingreso}} = \frac{\Delta X}{\Delta P_Y} \frac{P_{Y0}}{X_0}$$

una expresión que muestra el porcentaje en que cambia la cantidad demandada de X cuando el precio de Y se modifica el uno por ciento. Esta es una medida importante que en realidad apunta a medir la sustituibilidad, complementariedad o eventualmente la independencia que existe entre los bienes que demanda el consumidor, sin embargo el valor de la elasticidad cruzada de la demanda puede ser mayor, menor o igual a cero.

Cuando el cambio en el precio de un producto provoca un cambio en la demanda de otro en la misma dirección, se dice que esos bienes son sustitutos en el consumo. La relación entre el té y el café constituye un buen ejemplo de una relación de esa clase. Es intuitivamente obvio que si el precio del café sube los individuos demandarán más té (ΔX), porque reemplazarán el consumo del primero, ahora más caro, por el del segundo, relativamente más barato. Cuando los dos factores de la fórmula anterior son positivos (porque los precios y las cantidades siempre lo son, y además en este caso cambian en la misma dirección) la elasticidad cruzada también lo será.

Si el cambio en el precio de un bien estuviera asociado con una variación en la demanda de otro en la dirección contraria, se dice que esos productos son complementarios. Una relación de ese tipo parece existir entre algunos artefactos electrodomésticos y la electricidad. Si aumenta el precio de los televisores (ΔP_y) es probable que se venda una

³⁴ LE ROY ROGER. Microeconomía. Mc Graw Hill. Bogotá. Pág.153

cantidad menor y por consiguiente que también caiga la demanda de la electricidad ($-\Delta X$), por ejemplo. Como el segundo factor de la fórmula es negativo, la elasticidad cruzada de la demanda será menor que cero.

Finalmente, cuando los cambios en el precio de un bien no tiene influencia sobre el consumo de otro, se dice que esos productos son independientes. Como en este caso (ΔP_y) está asociado con ($\Delta X=0$), la elasticidad cruzada de la demanda es cero. De una manera más sintetizada tenemos que si:

- ◆ $E_c > 0$, los bienes son sustitutos (o competitivos en el consumo), pues al aumentar el precio de uno de ellos la demanda del otro también lo hace, y viceversa;
- ◆ $E_c < 0$ los bienes son complementarios, pues cuando el precio de uno de ellos crece la demanda del otro disminuye y viceversa;
- ◆ $E_c = 0$ los bienes son independientes, lo que significa que no existe ninguna relación entre cambios en el precio de uno y en la cantidad demandada del otro.

También es evidente que la elasticidad cruzada de la demanda puede tener este rango de variación $-\infty \leq E_c \leq \infty$, ubicándose en los extremos inferior y superior los bienes que exhiben complementariedad y sustituibilidad perfectas, respectivamente.

Esta es una medida de suma importancia para clasificar los bienes, pues sencillamente recoge el mensaje que proporcionan los datos que registran el comportamiento del consumidor. En efecto, si la elasticidad cruzada de la demanda de pasajes aéreos con respecto al precio de los ferroviarios fuera 2,0 estaría acusando que esos productos son fuertes sustitutos en el consumo, por ejemplo, pues un aumento del 10% en el precio de estos últimos elevaría el 20% de la demanda de aquellos. Por consiguiente, la actitud científica para determinar si dos productos son complementarios, sustitutos o independientes no es el razonamiento intuitivo, sino la medición de la elasticidad cruzada de la demanda.

Podemos concluir que para llevar a cabo un buen análisis microeconómico, hay que tener bien planteados los principales factores de la economía en general, partiendo del punto de que tenemos recursos escasos y que no podemos malgastarlos ni mucho menos acabar con ellos en su totalidad, hay que tener en cuenta las cantidades que demandan los individuos de algún bien o servicio, y esto va de forma conjunta con las cantidades que ofrecen los productores de bienes y servicios, dicho de otra manera hay que prestar mucha atención a la oferta y la demanda.

A su vez, tanto los consumidores como los productores (dependiendo de su situación) no deben dejar de tomar en cuenta los efectos de sustitución ya que éstos pueden verse reflejados en pérdidas o ganancias tanto para unos como para los otros.

Al hablar sobre las curvas de indiferencia resalta la importancia de los niveles de satisfacción que pueden alcanzar los individuos, esto puede ejemplificarse con el consumo del refresco, la satisfacción que produce el consumo de alguna marca determinada en comparación con otra nos dan como resultado nuestras curvas de indiferencia, de igual forma las podríamos obtener con el consumo del algún alimento, etc.

Un problema al que se enfrentan muchas personas, es que dado su ingreso monetario compran “X” cantidad de un artículo y “Y” cantidad de otro, siendo así que consume varios artículos debe prestar atención a las combinaciones que puede hacer al comprar un artículo y otro, es decir debe tomar en cuenta su línea de restricción presupuestaria.

Para los productores de bienes y servicios es de gran utilidad el conocimiento de sus insumos y cuánto pueden producir en base a lo que tienen, la teoría de la producción nos explica en forma detallada la importancia del producto medio, promedio y marginal, lo cual tiene su resultado final en la producción de determinadas mercancías, a la par nos explica en las etapas de la producción donde es mejor su producción y en donde pueden tener pérdidas.

Un seguimiento a las curvas isocuantas puede ser de gran utilidad a los encargados de la producción, ya que éstas nos muestran las combinaciones de trabajo y capital con la que la organización o compañía puede producir una cantidad específica de un producto.

Las curvas de isocostos son importantes ya que nos muestran las cantidades de trabajo y capital que puede comprar una compañía tomando en cuenta también sus isocuantas.

Y finalmente nos encontramos con las elasticidades, éstas se ven reflejadas prácticamente en todas las actividades de compra y venta de bienes y servicios, son de gran importancia ya que los productores no pueden aventurarse a incrementar los precios de un determinado bien o servicio sin saber como va a afectar en la demanda de sus productos, también deben tomar en cuenta las posibilidades de que los consumidores de sus productos si no les resulta muy favorable el aumento en los precios y sus productos pueden ser sustituidos por otros, dicho incremento en los precios beneficiaría a otros productores; esto es un tema de mucha importancia en la actualidad, ya que en nuestro país constantemente se está planteando la posibilidad de un impuesto del 10% a medicinas y alimentos, sin embargo algunas medicinas ya se pueden sustituir por otras, y en el caso de los alimentos también, independientemente del malestar social, habría movimientos importantes en la oferta y demanda de los ya mencionados productos.

Como podemos ver todos los elementos descritos en este capítulo son de esencial importancia para el análisis microeconómico y ya con los resultados que nos muestre podremos tomar las mejores decisiones para nuestra organización, ya seamos empresa o familia, sin embargo esto quedaría incompleto sin las herramientas necesarias para la optimización de los recursos, ya que retomando nuestro problema principal (la correcta asignación de recursos escasos) necesitamos aparte de un buen análisis e interpretación de datos, requerimos de herramientas eficaces y poderosas para la mejor utilización de los recursos con que disponemos, esto se verá de manera más detallada en el siguiente capítulo que son los modelos de la investigación de operaciones, esta disciplina resulta muy útil cuando la complementamos con el análisis microeconómico, ya que sus partes nos ayudan

obtener resultados satisfactorios para la organización gracias a su amplio punto de vista, pero quedará más entendible al termino del segundo capítulo.

CAPÍTULO II

MODELOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

INTRODUCCIÓN.

En el capítulo anterior planteamos la necesidad que existe de contar con elementos sólidos en cuanto a conceptos de análisis microeconómico, definimos tales conceptos y mencionamos de que manera se pueden aprovechar tanto para los consumidores como para los productores ya sea de bienes o servicios.

Sin embargo, retomando uno de los principales problemas que existen en la economía (la escasez), no siempre es suficiente tomar en cuenta los factores que determinan el funcionamiento de la economía (oferta, demanda, gustos, preferencias), ya que tanto los agentes que ofrecen, como los que demandan comparten una situación en común, nos estamos refiriendo a que sus recursos son limitados y en ciertas ocasiones muy escasos, por tal motivo el conocimiento y aplicación de los elementos propios de la microeconomía no basta.

Al hablar sobre la optimización de recursos nos adentramos a otro campo de estudio el cual de la misma manera que la microeconomía, cuenta con conceptos y herramientas exclusivas sobre su área de trabajo¹.

En este capítulo explicaremos las características de los modelos de investigación de operaciones, los cuales son herramientas que sirven de apoyo para la optimización de recursos, entre ellos tenemos la programación lineal, el método gráfico, el método simplex y el modelo de transporte.

Al final del capítulo conoceremos la forma en que se pueden aplicar los modelos de investigación de operaciones, los cuales pueden ser ocupados para² personas que no tienen a su cargo organizaciones de gran tamaño (pueden ser amas de casa, o pequeños empresarios) como para los que tienen a su disposición un número considerable de recursos (por ejemplo empleados, vehículos o presupuestos)

¹ Cuando decimos exclusivas sobre su área de trabajo, solamente nos estamos refiriendo a la optimización de recursos, los cuales pueden pertenecer a un trabajador de una tienda de abarrotes o a una compañía que se dedica a la exportación de viveres a distintas partes del mundo.

Pero antes de continuar debemos recordar lo que explicamos en el capítulo anterior; la economía en su conjunto está integrada por varios elementos los cuales interactúan de manera conjunta para hacer funcionar a esta (la economía). Por tal motivo podríamos pensar en la economía como una maquinaria pesada, la cual se mueve gracias a sus engranes, los cuales requieren de un mantenimiento adecuado para poder estar en constante movimiento.

Esto lo podemos ver diariamente en nuestras actividades; desde el momento que pagamos nuestro pasaje para llegar a nuestro trabajo, una vez allí, comenzamos a realizar nuestra labor; desde el ama de casa que compra sus víveres para preparar la comida para los miembros de su familia, etc. Todo forma parte de la economía, sin embargo hay que retomar los problemas a los que estamos tomando importancia, maximización de nuestros beneficios (ya seamos productores o consumidores), minimización de costos (ya seamos productores o consumidores), y correcta asignación de nuestros recursos (ya sea como productores o consumidores).

Se podría uno preguntar ¿por qué se menciona en repetidas ocasiones productores o consumidores?, pues porque todos en determinado momento tomamos el papel de productores y consumidores, no siempre podemos permanecer como productores o consumidores y esto es para todas las personas.

Por ejemplo, el ama de casa que va al supermercado a comprar frutas y verduras para preparar la comida está adoptando en ese momento el papel de consumidor, al preparar la comida está pasando de consumidor a productor, ya que al terminar de mezclar los ingredientes obtendrá un producto que es la comida (pueden ser unas enchiladas o un omellette, pero a final de cuentas es un producto).

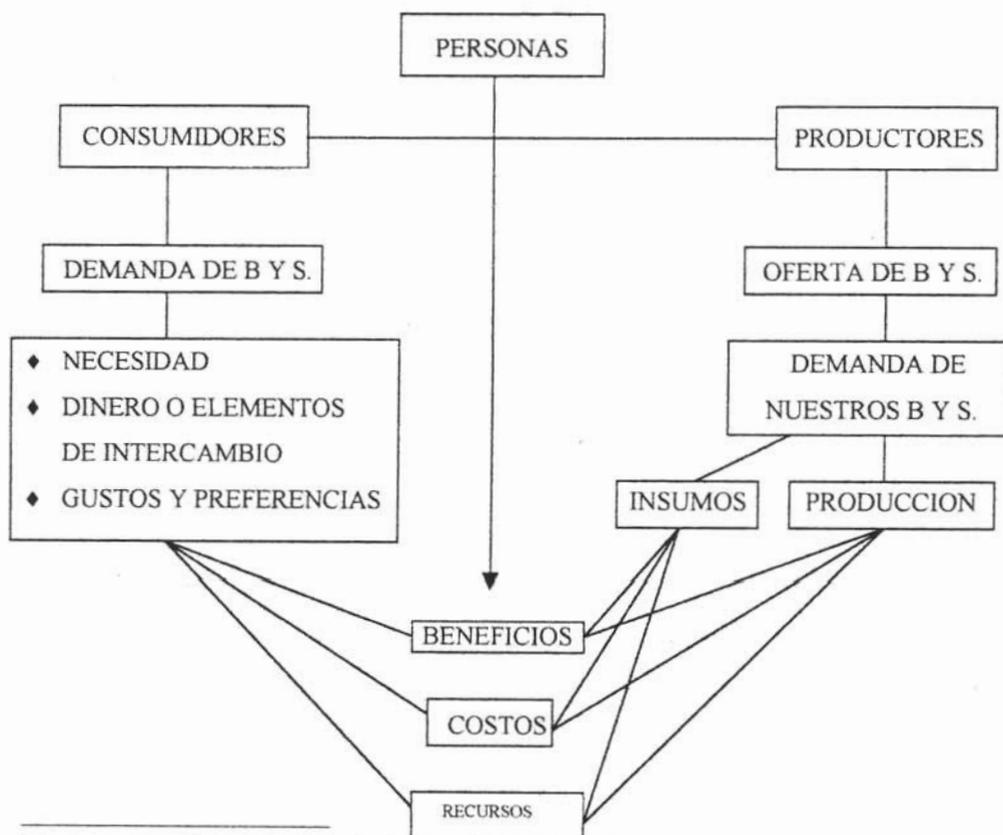
O supongamos que nos dedicamos a la producción de carteles de propaganda, alguna persona u organización demandará de nuestros servicios para hacer alguna promoción, en ese momento somos productores, pero ¿qué ocurriría si se nos acaba la tinta

² Decimos “para” y no “por” ya que los modelos de investigación de operaciones requieren de conocimientos previos de matemáticas y álgebra en general. y desafortunadamente no todas las personas cuentan con ellos, pero el objetivo principal es demostrar que funciona **para** varios tipos de persona u organizaciones en general.

para la elaboración de nuestros carteles? tendríamos que ir a comprarla ya que sin ésta, nuestra producción se vería paralizada, en este momento nos convertimos en consumidores³.

Productor-Consumidor, todos lo somos, a la vez que todos formamos parte de Oferta-Demanda, para cada uno de estos factores existen otros que son los que provocan que éstos se “muevan” o funcionen, por ejemplo, para poder producir algún bien o servicio requerimos ciertos insumos, tomemos como ejemplo la elaboración de los carteles, necesitamos cierto tipo de tintas y papel, al mismo tiempo, las personas que se dedican a la fabricación de estas tintas necesitan que su producto sea demandado.

En base a esto podríamos elaborar un pequeño diagrama para ilustrar todo lo que acabamos de mencionar.



³ Aquí se muestra claramente un ejemplo de demanda derivada, explicada en el capítulo anterior

Tanto el director general de TELMEX como un estudiante de la Escuela Nacional Preparatoria son personas, ambos actúan como consumidores y productores para lo cual demandan y ofrecen una determinada cantidad de bienes y servicios, pero para lograr éstos requieren de ciertos factores y a final de cuentas ambos obtienen diferentes beneficios, pero a la vez incurren en alguna cantidad de costos y los dos disponen de diferentes recursos.

Como se puede ver, nuestro diagrama funciona como una maquina, la cual tiene sus engranes y si éstos se encuentran en buen estado, todo funcionará de manera eficiente, pero en la realidad no siempre es posible, por ejemplo, a veces se demandan más bienes y servicios de los que se ofrecen y viceversa, esto a su vez se puede interpretar como deficiencia en la producción provocada por una mala asignación de recursos, o costos demasiado elevados.

Nuestra maquinaria ya está funcionando con deficiencias y en la mayoría de las ocasiones en nuestro país así se deja, sin embargo llegará un momento en el que la maquinaria se desbarate y termine siendo chatarra.

Sin embargo, conociendo las características sobre producción, consumo y optimización se pueden evitar malas decisiones y manejos sobre estos procesos. A lo largo del tiempo tales características han sido planteadas y estudiadas por economistas que han marcado la pauta en la investigación y desarrollo de modelos en la asignación de recursos (tema fundamental que estamos tratando), y obviamente, con el paso del tiempo se han ido modificando y en algunas ocasiones mejorando los trabajos que iniciaron en su debido tiempo.

Al hablar sobre personas estamos hablando de seres humanos, los cuales responden a ciertos comportamientos o conductas, las cuales han sido motivo de estudios en diferentes campos (anatomía o psicología por ejemplo) pero a nosotros lo que nos interesa es su comportamiento económico.

Por ejemplo, supongamos que tenemos a nuestra disposición un vehículo, lo utilizamos para ir a la escuela, al trabajo, o ambos, dicho en otras palabras lo ocupamos

para varias actividades, sin embargo a veces se prefiere dejar el vehículo en casa y ocupar el transporte público ¿a qué se debe este comportamiento? puede ser que el precio de la gasolina sea muy elevado, o la ruta para llegar a nuestro destino sea muy corta para lo cual se prefiera caminar o usar un microbús, en fin, son varias razones las que determinan este tipo de conducta.

2.1 HERMANN HEINRICH GOSSEN.

Herman Heinrich Gossen (1810-1858) estudió las leyes de la conducta humana, basado en el utilitarismo, el consumo individual, con un soporte matemático⁴.

Gossen consideraba la economía como la teoría del placer y del dolor, o, más especialmente, cómo puede la gente, como individuos y como grupos, obtener el máximo placer con el mínimo esfuerzo doloroso. Insistió en que el tratamiento matemático era el único camino sólido para manejar las relaciones económicas y aplicó este método a lo largo de toda su obra para determinar máximos y mínimos.

El estudio de Gossen estaba organizado en dos partes. La primera, dedicada a la teoría pura, y atrajo la atención por lo que se conocen como las leyes Gossen. La primera ley Gossen formulaba el principio de la utilidad marginal decreciente y le daba expresión gráfica. Su segunda ley describía la condición para la maximización de la utilidad: para maximizar la utilidad, una cantidad dada de un bien debe distribuirse entre sus diferentes usos de tal manera que las utilidades marginales sean iguales en todos los usos. También en esta primera parte de su obra están las leyes del intercambio de Gossen (acompañadas de una complicada representación geométrica) y su teoría de la renta. La segunda parte está dedicada a la teoría aplicada, incluyendo las “reglas de conducta relativas a los deseos y placeres” y la refutación de ciertos “errores sociales”, relacionados con la educación, la propiedad, el dinero y el crédito. Filosóficamente Gossen era un utilitarista y un liberal clásico; esto es, se oponía a la intervención del gobierno, especialmente en aquellos casos en los que la iniciativa individual y la libre competencia bastaban como principios para la guía del orden económico.

⁴ MENDEZ JOSÉ SILVESTRE. *Fundamentos de economía*. Mc Graw Hill. México. Pág. 43

Como podemos observar, hay todo un planteamiento acerca del comportamiento económico de los individuos, ahora bien, hay que irnos adentrando un poco a la forma de pensar del productor, por ejemplo, supongamos que nos dedicamos a producir alguna mercancía en particular de la cual somos los únicos productores, en este caso nos comportamos como un monopolio⁵. Al encontrarnos en esta situación, se podría pensar que como somos los únicos productores podríamos asignar a nuestra mercancía un precio considerablemente elevado, sin embargo esto no puede ser.

2.1.1 ANTOINE-AUGUSTIN COURNOT.

Antoine-Augustin Cournot (1801-1877) consideraba que un análisis económico tenía que basarse en la observación empírica y en los hechos.

Uno de los grandes logros de Cournot fue haber descubierto la ley de la demanda (loi de débit). La ley de la demanda afirma que la cantidad demandada es una función del precio, o $D = F(P)$. La cantidad demandada se refiere, por supuesto, a una serie de otras variables (ingreso, riqueza y otras por el estilo), pero se supone que éstas son constantes cuando se determina la lista de demanda individual. Cuando una de las variables distintas del precio se modifica, se desplaza toda la curva de demanda, lo que conlleva a la variación de la demanda. Un cambio en la cantidad demandada se produce cuando cambia el precio, permaneciendo constantes todos los demás determinantes. Cournot comprendió perfectamente el valor del análisis bajo el supuesto de *ceteris paribus*, es decir, permaneciendo todo lo demás constante.

Cournot hizo servir sus trabajos sobre la demanda para la creación de modelos de comportamiento de la empresa, especialmente de dos tipos a) el modelo del monopolio y b) el modelo del duopolio (dos productores).

Cournot realiza un análisis de la maximización del beneficio por parte de un propietario de un manantial de agua que posee unas condiciones de salubridad singulares.

⁵ Un monopolio es el único vendedor de un determinado bien o servicio en un mercado

Un litro de agua podría venderse por 100 francos, pero, como demostró Cournot, el monopolista no cargará el precio más alto que pueda por el agua. Más bien ajustará su precio de modo que maximice los ingresos netos. Cournot demostró matemáticamente que, en caso de que los costes fueran nulos, el monopolista maximizaría los ingresos brutos. Suponiendo una función de demanda $D = F(p)$ y suponiendo también que la curva de demanda tenga siempre una pendiente negativa (es decir, $dD/dp < 0$), el propietario ajustará p de manera que el ingreso total, $PF(p)$, sea máximo. Cournot demostró que esto sucede cuando el coste marginal es igual al ingreso marginal (o cuando la pendiente de una función de beneficio, $\pi = TR - TC$, es igual a cero). En caso de que los costes sean nulos, existe un máximo cuando el ingreso marginal sea igual a cero.

Esto puede observarse gráficamente. Supongamos que la curva de demanda lineal en el gráfico 2.1a, que representa la ley de la demanda de Cournot (prescindamos, por el momento de la curva MC). El propietario (cuyos costes son nulos) ajustará sus ventas de agua mineral de manera que venda la cantidad Q_n al precio P_n dado que para la cantidad Q_n el aumento del ingreso total (ingreso marginal) es igual al aumento del coste total (coste marginal). Esto es, $MR = MC$, para la cantidad Q_n . Por otra parte, pero de modo equivalente, el propietario cuyos costes son nulos maximiza simplemente el ingreso total, como se ve para la cantidad Q_n en el gráfico 2.1b. en el caso de costes nulos, la curva TR se convierte en la función de beneficio π_0 .

El modelo del monopolio de Cournot del propietario de un manantial de agua que debe soportar unos costes de producción positivos, deja al descubierto, evidentemente, el “principio marginal”, que es el principio central de organización de la teoría económica. Planteando el problema en forma de pregunta, cuando el monopolista se enfrenta con costes de producción ¿qué precio debe cargar y que cantidad debe vender para maximizar los beneficios? Cournot resolvió el problema de una forma sencilla. Suponiendo que D sea igual al coste de obtención de un número de litros igual a D , la ecuación de beneficio de Cournot se convierte en $\pi = PF(p) - D$. La maximización del beneficio requiere que la pendiente de la función de beneficio sea igual a cero; o, en la notación de Cournot, que $D + dD/dp \{p - d[D]/dD\} = 0$. En lenguaje más llano, la maximización del beneficio tiene lugar cuando $MR - MC = 0$. Como dice Cournot, “cualquiera que sea la abundancia de la

fuente productiva, el productor se detendrá cuando el incremento del gasto sobrepase el incremento del ingreso” (Investigaciones pág. 86).

Con referencia al gráfico 2.1a, Cournot estableció que los beneficios eran máximos cuando $MR = MC$. El producto obtenido será Q_c , y el precio será P_c ; además, Q_c será menor y P_c será mayor que en el caso de costes nulos. Por otra parte, la teoría del monopolio de Cournot podría interpretarse como el gráfico 2.1b, donde la función de beneficio π_1 presenta un máximo (Cournot añadió una segunda condición: que la pendiente de la función de beneficio fuese nula en Q_c y, además, que los beneficios disminuyesen al aumentar o disminuir la cantidad). Obsérvese que el manantial no se explota para maximizar los rendimientos brutos en Q_n , sino para maximizar los rendimientos netos en Q_c , la pendiente de la función TR , o $MC = MR$, como en el gráfico 2.1a. en conclusión, el desarrollo de la teoría del monopolio de Cournot podría compararse en términos muy favorables con el de cualquier autor de un manual más moderno, ya que es precisamente la teoría de Cournot la que están explicando los autores modernos cuando tratan del monopolio.

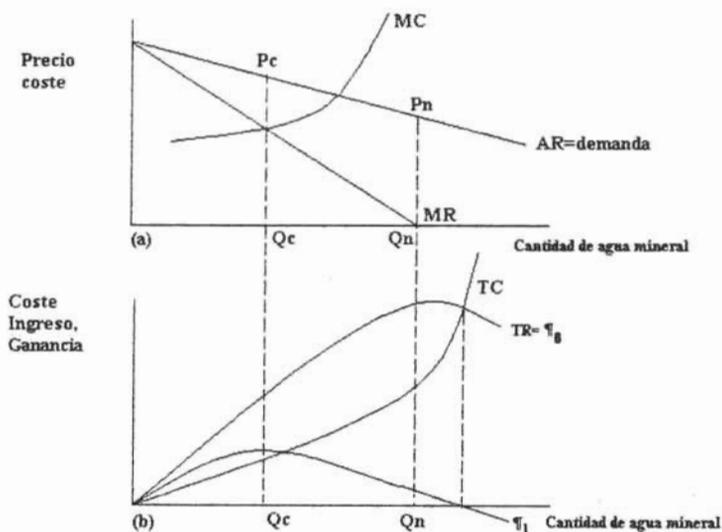


Gráfico 2.1

En el gráfico anterior se muestra que en una situación de coste nulo, la empresa venderá Q_n a P_n . Con costes positivos, la cantidad Q_c se venderá a P_c , según el principio marginal. Obsérvese que para Q_c la función de ganancia π_i tiene un valor máximo.

Esta claro que también es probable que en la actualidad no sólo podríamos ser los únicos productores, cuando menos alguien más podría incorporarse a la producción de la mercancía que generamos, en otras palabras estamos hablando de un duopolio⁶.

Tal vez la más famosa de las teorías que desarrollo Cournot es la que se refiere a la introducción de un vendedor adicional de agua mineral. En una concepción teórica profundamente original, Cournot sentó las bases de otras muchas ideas de importancia para la economía, como la competencia imperfecta y la teoría de los juegos. Aunque la teoría del duopolio de Cournot (dos vendedores) fue más adelante modificada y refinada por el inglés Francis Edgewort y el matemático francés Joseph Bertrand, nada puede ocultar la brillante y original intuición de Cournot.

Cournot consideró dos vendedores, A y B, que conocen la curva de demanda total (agregada) de su producto, particularmente homogéneo, el agua mineral. Por lo demás, cada uno de ellos no sabe absolutamente nada de la política que adoptará el otro, hasta el punto de que A piensa que B mantendrá constante su cantidad sin tener en cuenta lo que haga A, y B piensa lo mismo acerca de la cantidad de A. Además, ambos vendedores siguen adoptando este supuesto sin tener en cuenta la experiencia que puedan adquirir *en contrario*. En el lenguaje del duopolio, este supuesto se denomina *variación conjetural de cero*, es decir, una conjetura de que B no modificará su producción como reacción a las acciones de A. Cournot supuso también que tanto A como B podían suministrar toda el agua mineral y, además que la producción de agua mineral se llevaba a cabo sin ningún coste. A fin de analizar el problema del duopolio, Cournot desarrollo un nuevo instrumento de análisis gráfico, la curva de reacción, una de las cuales se reproduce en el gráfico 2.2.

El gráfico 2.2 representa una función de reacción cóncava AA, que revela la elección de niveles de producción de A, con respecto a la correspondiente elección de B.

⁶ cuando en el mercado hay solamente dos productores de algún bien o servicio

En especial, muestra los niveles de producción que seleccionará la empresa A para maximizar sus beneficios, dada la selección efectuada por B. Por ejemplo, si B selecciona una producción Ob_0 , A (para maximizar sus beneficios) querrá cargar un precio determinado para una producción de Oa_0 . Si por otra parte B produce la cantidad Ob_1 , A se verá impulsada, por el motivo de maximizar su beneficio, a producir una cantidad menor Oa_1 , y así sucesivamente para todas las demás cantidades que B pudiera producir. Además, sea cual sea la cantidad que B elija, A piensa que será permanente y actúa para maximizar sus beneficios.

¿Qué cantidad producirán finalmente A y B? Evidentemente, el problema no puede resolverse sin añadir la función de reacción de B, que indica la clase de respuestas que B dará ante el nivel de producción de A. Las dos funciones se combinan en el gráfico 2.3 donde la función de reacción de B se define de la misma manera que se ha definido antes la de A.

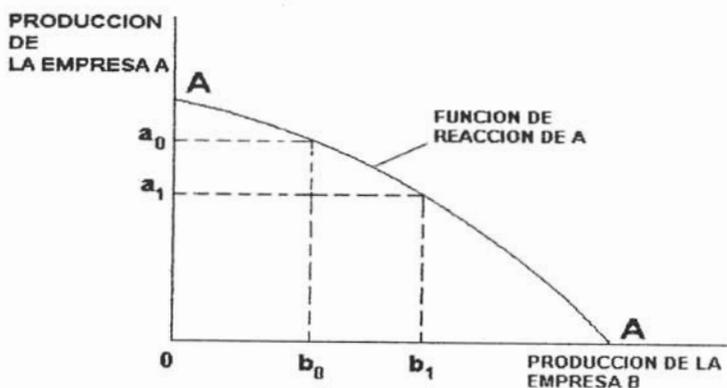


GRAFICO 2.2

La curva de reacción de A describe el nivel de producción que maximiza el beneficio A, dado el nivel de producción que elige B. Así, cuando B elige producir b_0 , A maximizará su beneficio produciendo a_0 .

Supongamos que B decide producir un determinado nivel (por ejemplo Ob_0) en el supuesto de que A mantendrá su producción al nivel Oa_0 . Entonces, B estaría maximizando

sus beneficios con una producción de $0b_0$. En el supuesto de que B mantuviera su producción al nivel $0b_0$, A maximizaría sus beneficios produciendo $0a_1$. Esta variación haría que B volviera a valorar la situación y aumentara su producción hasta $0b_1$, que maximiza sus beneficios en el supuesto de que A mantendrá su producción en $0a_1$. Sin embargo, el supuesto se muestra infundado (aunque se supone que tanto B como A nunca se percatan de ello), y el proceso de variaciones del producto para maximizar los beneficios continúa, siguiendo las flechas del gráfico 2.3.

El punto E (gráfico 2.3) representa una solución de equilibrio para las empresas A y B, es decir, una posición a la que siempre regresarán si se mueven de ella. En el punto E, los duopolistas se reparten los beneficios (Cournot expresó matemáticamente esta cantidad) y cargan el mismo precio, que es más bajo que el precio que obtendrían en condiciones del monopolio (hecho que el propio Cournot observó), pero más alto que el que cargarían en condiciones de competencia, con muchos vendedores. Cournot se apresuro a señalar que la colusión entre los dos competidores se traduciría en la producción de un nivel equivalente al caso de monopolio y en la división de los beneficios entre los duopolistas. Pero Cournot expresó con precisión el producto del duopolio: serían las dos terceras partes del producto que se obtendría si el mercado fuera competitivo. De hecho, su expresión general del producto era que $n/n + 1$ veces el nivel de producto en condiciones de competencia. Así, si hubiese cinco vendedores, la cantidad vendida sería igual a las cinco sextas partes del producto total en el caso de competencia. Si hubiese 2000 vendedores, la producción se aproximaría, evidentemente, al volumen de competencia. De esta manera, Cournot relaciono su teoría del monopolio con el modelo competitivo.

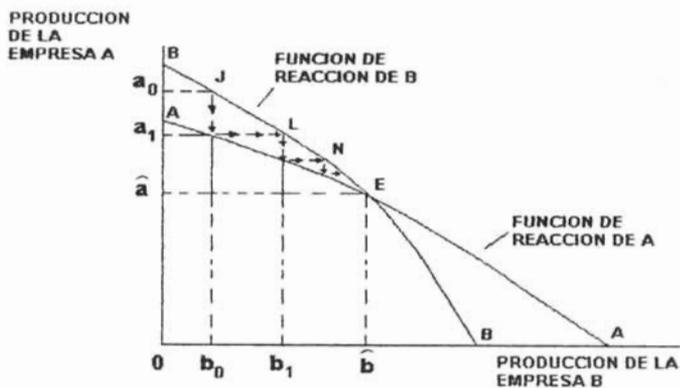


GRAFICO 2.3

En el gráfico anterior, comenzando el punto J (donde la producción de B es b_0), las flechas trazan la senda hacia el equilibrio estable (punto E), a través de sucesivos ajustes de la producción de A y B.

Bien, ahora pasemos a analizar un poco sobre el comportamiento del consumidor, supongamos que nos gustan los pantalones de mezclilla de una determinada marca, juntamos (o dicho de otra forma *ahorramos*) nuestro dinero para poder comprar este tipo de pantalones, en determinado momento es posible que nos dejen de gustar y cambiemos de marca, dicho de otra forma ya nos son inútiles.

2.1.2 JULES DUPUIT.

Arsène-Jules-Etienne-Juvénal Dupuit (1804-1866) combinó los instrumentos microeconómicos con una teoría de la utilidad para establecer los cimientos de la economía del bienestar, la hacienda pública y la teoría de los bienes públicos.

Dupuit fue el primer economista que presentó una discusión convincente del concepto de utilidad marginal y que lo relacionó con una curva de demanda. Utilizando al máximo su capacidad de observación y abstracción. Dupuit pudo demostrar, ya en 1844, que la utilidad que un individuo (y un grupo de individuos) obtiene de su stock . Haciéndolo así, señaló claramente que la utilidad marginal de un stock de un determinado bien disminuye a medida que aumenta la cantidad. A partir de la observación, Dupuit estableció que todo consumidor “atribuye una utilidad diferente al mismo objeto, según la cantidad que puede consumir”. Ilustró este punto con un ejemplo práctico de una mejora tecnológica en la distribución de agua en una ciudad (esto en su ensayo “On Utility and Its Measure”).

El agua se distribuye en una ciudad que, situada en una altura, sólo podía procurársela a costa de grandes trabajos. Entonces su valor era tal que un hectolitro diario costaba 50 francos por suscripción anual. Es completamente evidente que cada hectolitro de agua consumida en estas circunstancias tiene una utilidad de por lo menos 50 francos.

Dupuit sugirió que cada unidad de una cantidad dada de agua tendría una utilidad diferente. Pero ¿por qué ha de poseer cada incremento de la misma mercancía una unidad diferente?, Dupuit continuó su argumento, suponiendo que, como consecuencia de la instalación de una bomba, los costes de producción del agua se reducen en 20 francos:

¿Qué pasa? En primer lugar, el habitante que consumía un hectolitro seguirá haciéndolo y obtendrá un beneficio de 20 francos en su primer hectolitro; pero es muy probable que este precio más bajo le anime a aumentar su consumo; en lugar de utilizar el agua con parquedad para su uso personal, la utilizará para las necesidades menos apremiantes, menos esenciales, cuya satisfacción vale más de 30 francos, puesto que este sacrificio es necesario para obtener agua, pero vale menos de 50 francos, ya que a este precio él renunciaba a este consumo (“On Utility and Its Measure”).

Cada incremento de la misma mercancía supone una utilidad diferente, porque las unidades adicionales permitirán la satisfacción de necesidades “menos apremiantes, menos esenciales”. La utilidad adicional derivada de las unidades adicionales de la misma mercancía debe disminuir.

Aplicando el ejemplo, Dupuit supuso que cuando el precio se redujese en 20 francos, el individuo demandaría 4 hectolitros “para poder limpiar su casa todos los días; si se le dan a 10 francos pedirá 10 hl., para poder regar su jardín; a 5 francos pedirá 20 hl. Para instalarse una fuente; a un franco pedirá 100 hl. Para disponer de una corriente continua”, y así sucesivamente. Es la necesidad menos apremiante que se siente de una mercancía, no la más apremiante, la que define el valor de cambio de *todo* el stock de los bienes.

Continuando un poco sobre el comportamiento del productor, actualmente se ha calificado al productor de bienes y servicios como una “mala persona”, la cual busca beneficios sin importar la situación de las personas que de alguna forma u otra contribuyen a la producción de bienes y servicios que este ofrece.

2.1.3 HANS KARL EMIL VON MANGOLDT.

Emil von Mangoldt (1824-1868) publicó su primer libro en 1855 desarrollando la teoría del beneficio y el papel del empresario. Posiblemente fue inspirado en parte por el desafío del socialismo, que introdujo a Mangoldt a adquirir una visión renovada de cómo se distribuye la remuneración de los factores. Mangoldt fue uno de los pocos autores que diferenciaron al empresario del capitalista y vincularon el beneficio empresarial a la asunción del riesgo. En particular, caracterizó los beneficios empresariales como la remuneración por un abanico de actividades, incluyendo el descubrimiento de mercados concretos, la adquisición inteligente de los agentes productivos, la combinación habilidosa de los factores de producción en escala adecuada, la política de ventas con éxito y, en el análisis final, la innovación.

Ahora, adoptemos un poco del rol del consumidor, ya hemos explicado que los seres humanos adquieren objetos (tangibles o intangibles) por necesidad o satisfacción, pero surge una pregunta muy importante y compleja ¿es posible analizar las necesidades y las satisfacciones?

2.1.4 CARL MENGER.

Carl Menger (1840-1821) comenzó su investigación sobre la teoría del valor con una discusión extensa. Distinguía los bienes de lo que llamaba “cosas útiles”. Para que una cosa tenga el carácter de bien, tiene que satisfacer al mismo tiempo cuatro condiciones.

BIEN ÚTIL.

- ◆ Tiene que satisfacer una necesidad humana.
- ◆ Debe tener cualidades que la capaciten para mantener una conexión causal con la satisfacción de dicha necesidad.
 - ◆ Debe darse un reconocimiento de esta conexión causal.
- ◆ Debe poderse disponer de la cosa de modo que pueda utilizarse para la satisfacción de la necesidad.

También distinguía los bienes según su orden.

Bienes de 1er orden: son capaces de satisfacer directamente necesidades humanas.

Bienes de orden superior: (Capital, bienes de producción) derivan el carácter de bienes de su capacidad para producir bienes de orden inferior.

Menger presentó una de las primeras discusiones claras del principio equimarginal de la maximización de bienestar. Primero destacó que las satisfacciones tienen diferentes grados de importancia para la gente.

El asunto consiste en que la gente intenta satisfacer las necesidades más urgentes antes que las menos urgentes, pero combinará la satisfacción más completa de las necesidades más apremiantes con la menor satisfacción de las necesidades menos apremiantes.

Poco después, Menger pasó a describir cómo los humanos, sobre la base de un conocimiento de la oferta disponible y la demanda, dirigen las cantidades disponibles de bienes a la mayor satisfacción posible. En opinión de Menger, los orígenes de la economía humana coincidían con los orígenes de los bienes económicos. Los bienes económicos se definen como aquellos de los que existe una necesidad mayor que la oferta disponible. Los bienes no económicos, al contrario, son aquellos, como el aire o el agua, cuya oferta supera a las necesidades. Menger hace una observación interesante, consistente en que la base de la propiedad es la protección de los bienes económicos. El comunismo por el contrario, se funda en relaciones no económicas. Por supuesto, no existe en los bienes nada inherente a ellos que los haga económicos o no económicos; su carácter puede cambiar con los cambios en la oferta o las necesidades.

Según Menger, se dice que un bien tiene valor si los humanos, al comportarse económicamente, se percatan de que la satisfacción de una de sus necesidades (o la mayor o menor intensidad de su satisfacción) depende de la capacidad que tienen para disponer del bien. La utilidad es la capacidad de una cosa para satisfacer necesidades humanas, y – supuesto que se admita la utilidad – es un requisito previo del carácter de los bienes.

Menger señaló cuidadosamente que los bienes no económicos también pueden poseer utilidad, dado que la valoración subjetiva entre uso y necesidad (la necesidad que uno siente de aire o agua, por ejemplo) se refiere a una determinada cantidad; el valor de uso es una característica exclusiva de los bienes económicos, porque presupone escasez.

Menger presentó una de las primeras discusiones claras del principio equimarginal de la maximización del bienestar, destacó que las satisfacciones tienen diferentes grados de importancia para la gente.

La conservación de nuestra vida no depende ni de un lugar cómodo para pasar la noche ni de un tablero de ajedrez, pero la utilización de estos bienes contribuye – aunque en muy diverso grado – al mantenimiento y elevación de nuestro bienestar. Precisamente por ello está fuera de toda duda que cuando los hombres tienen que elegir entre privarse de la utilización de un cómodo lugar para pasar la noche o de un tablero de ajedrez, prescinden mucho más fácilmente del segundo que no del primero (Principios p. 11).

Menger ilustró su teoría con el uso de números como se muestra en el cuadro 2.4. Los números romanos representan diez clases de necesidades, entendiéndose que la necesidad III es menos urgente que la necesidad II, que la necesidad IV es menos que la necesidad III, y así sucesivamente. Menger suponía que un individuo es capaz de ordenar las satisfacciones y asignar unos números índices a las mismas (ordenación cardinal). Así, el individuo puede decir que el consumo de la primera unidad de la mercancía I (alimento) produce 10 unidades de satisfacción, mientras que la primera unidad de la mercancía V (por ejemplo, tabaco) no proporciona más que 6.

Además, las satisfacciones de consumir, por ejemplo, los bienes IV y VII (o cualesquiera otros dos bienes) es independiente. Algún otro recurso (distinto de los bienes I a X) está siendo utilizado, además, para obtener unidades de estos diez bienes, y pueden obtenerse cantidades unitarias adicionales de cada mercancía con un gasto igual del recurso (por comodidad, llamaremos “dinero” a este otro recurso, y supondremos que el precio unitario de todos los bienes es igual a una unidad monetaria).

Una persona que se comporte económicamente según Menger, procedería de la siguiente manera. Si el individuo poseyera medios escasos en cantidad de 3 unidades monetarias y los gastase todos en la mercancía de mayor importancia (I), obtendría 27 unidades de satisfacción. Sin embargo, el individuo trataría de combinar las satisfacciones obtenidas de las mercancías I y II. Comprando 2 unidades de la mercancía I y 1 unidad de la mercancía II, el individuo obtendría 28 unidades de satisfacción. Si dispusiera, por ejemplo, de 15 unidades monetarias, el individuo asignaría sus gastos de modo que, en el margen, la satisfacción obtenible de las mercancías I a V fuera exactamente igual a 6, como puede comprobarse en el cuadro 2.4⁷. Así estableció Menger un principio equimarginal. Esto es, dados unos medios escasos (unidades monetarias, en nuestro caso), el individuo dispondrá sus diversos consumos de tal modo que las satisfacciones sean iguales en el margen. Haciéndolo así, el individuo de comportamiento economizador de Menger, maximiza la satisfacción total.

CUADRO 2.4

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
8	7	6	5	4	3	2	1	0	
7	6	5	4	3	2	1	0		
6	5	4	3	2	1	0			
5	4	3	2	1	0				
4	3	2	1	0					
3	2	1	0						
2	1	0							
1	0								
0									

⁷ uno puede preguntarse que haría el individuo que se comportase económicamente si poseyera 16 unidades monetarias, en lugar de 15. Otro gasto de 1 unidad monetaria le produciría solamente 5 unidades de satisfacción, y las satisfacciones entonces no serían iguales en el margen. A menos que las unidades de todas las mercancías fuesen infinitamente divisibles (supuesto de continuidad matemática), el individuo se encontraría en situación de desequilibrio. El resultado es una consecuencia de la ordenación discreta de Menger.

En cualquier parte del mundo, se comenta cotidianamente sobre la calidad de vida, en algunos lugares es “mejor” que otra., pero si prestamos más atención a esto que acabamos de mencionar (sobre los lugares), nos estamos refiriendo a un factor al que podríamos definir como LOCALIZACIÓN. Esto es de mucha importancia ya que en base a la localización es en gran medida como se determinan los costes de transporte y los precios que se designarán a determinados productos (claro, siempre y cuando nos dediquemos a la producción de algún bien o servicio).

2.1.5 JOHAN HEINRICH VON THÜNEN.

Von Thünen (1783-1850) fue un pionero de la teoría económica de la localización de la tierra. Al mismo tiempo, admitió que los productos que son pesados en relación a su valor son más difíciles de transportar que los que lo son menos, y que algunos productos agrícolas no pueden aguantar un periodo de transporte largo, a causa de su condición de perecederos.

Su argumento se expresó en forma de una construcción teórica, o modelo, que tiene las siguientes características. Una gran ciudad (mercado) está situada en el centro de una fértil llanura que no tiene canales ni ríos navegables. Los únicos medios de transporte son los carros tirados por caballos o un medio similar. Toda la tierra de la llanura es de igual fertilidad, y no existen ningunas otras ventajas comparativas de producción entre las diversas parcelas. A una considerable distancia de la ciudad, la llanura termina en un yermo sin cultivar. La ciudad obtiene sus productos agrícolas de la llanura, y sus habitantes le proporcionan productos manufacturados a los habitantes de la llanura.

El supuesto de von Thünen de una llanura homogénea y uniforme implica que el trabajo y el capital son igualmente productivos en todas las localizaciones y que el coste de producción por unidad de superficie es el mismo en todas partes. En el gráfico 2.5 se verá que a una distancia mayor que OL, el coste de entrega de una unidad monetaria de patatas (línea de coste AS) supera el coste de entrega de una unidad monetaria de trigo (línea de coste BM). Por lo tanto, los productores de patatas tenderán a localizarse al oeste de L y al este de H, mientras que los productores de trigo se localizarán al este de L y al oeste de H.

Además, si los costes de transporte son los mismos en todas direcciones, OL se convierte en el radio de un círculo dentro del cual tendrá lugar la producción de patatas. En otras palabras, el modelo de von Thünen nos proporciona la localización, al mínimo coste, de cada uno de los cultivos dentro del estado aislado. También ilustra el principio de equimarginal. Deben asignarse recursos a la producción de patatas sólo hasta el punto en que el coste de producción de una unidad monetaria de patatas sea igual al coste de producción de una unidad monetaria de trigo. Finalmente, el modelo puede generalizarse para comprender más de dos cultivos.

La teoría de von Thünen trata el problema clásico en el análisis de localización, es decir, la localización de los productores en un área que sirve a los consumidores situados en un punto central. Aunque sus supuestos son restrictivos, marcó no obstante un comienzo significativo en el análisis de localización y en la economía matemática.

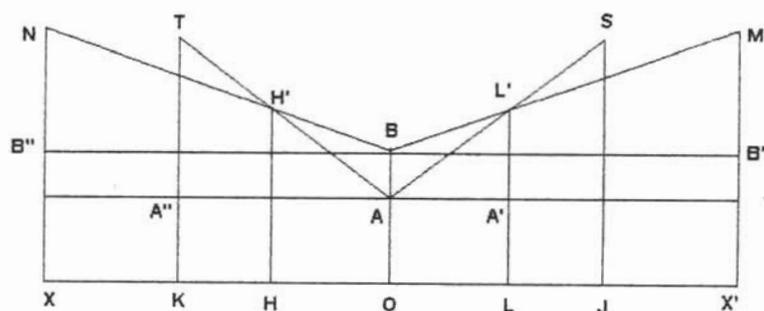


GRÁFICO 2.5

El coste de distribución de un dólar de patatas (AS O AT) supera al coste de distribución de un dólar de trigo (BM o BN) al este de L y al oeste de H. Por lo tanto los productores de patatas se localizarán en las regiones OL y OH, y el trigo se cultivará en las regiones LX' y HX.

En el transcurso del proceso productivo nos encontramos con que el resultado final de nuestras actividades no siempre es el más satisfactorio, por ejemplo, los estudiantes no siempre obtienen buenas calificaciones en sus exámenes, las llantas que se elaboran en un ensamblado automatizado salen defectuosas, o en algún lugar que se demande ciertos productos no siempre se satisface la cantidad demandada. Esto en parte se debe a una mala planeación de los objetivos, para llevarlos a cabo se requiere de un factor clave y muy pocas veces mencionado, nos estamos refiriendo al factor tiempo. Por ejemplo un estudiante que acomoda sus horarios y le dedica un tiempo determinado al estudio tiene más posibilidades de obtener buenas notas a comparación con otro que todo el tiempo se dedica a jugar. O las personas que se comprometen a entregar un trabajo el cual requiere de varias unidades del producto, no toman en cuenta muchas veces que el tiempo de elaboración es mayor al que se necesita para elaborar unidades de su producto en menor cantidad.

2.1.6 EUGENE BÖM-BAWERK.

Eugene Böhm-Bawerk (1851-1914) fue uno de los grandes fundadores de la economía austriaca. Tal vez la contribución más importante que realizó Böhm-Bawerk fue su elegante introducción de las consideraciones sobre el tiempo en el análisis económico. Su fundamental y sencilla premisa era que la producción de los bienes finales (de consumo) requiere tiempo y que los métodos indirectos para la producción de estos bienes son más productivos (lo que constituye una ventaja), también consumen tiempo (lo que es una desventaja).

La visión de Böhm-Bawerk era que los medios de producción originarios (primeras materias, recursos, trabajo) podían utilizarse en la producción inmediata o podían utilizarse para producir capital (lo que él llamó “medios de producción”), los cuales una vez acumulados y combinados con trabajo, producirían bienes de consumo. Böhm-Bawerk pensaba que este último método era más eficaz; además, pensaba que cuanto más largo fuera el período productivo (lo que significa un método más indirecto e intensivo en capital), mayor sería el producto total. El propio tiempo se convierte en un factor, y la duración del período de producción de los bienes de consumo es una variable.

Estos puntos se ilustran en el gráfico 2.6. El tiempo se mide en el eje horizontal, y el producto total (Q) se mide en el eje vertical. El período de producción se representa en el gráfico 2.5 sobre el eje temporal. El período de producción tt'' es más largo que el período tt' , por ejemplo, y el período tt''' es mayor que el período tt'' . El producto total, como es evidente en el gráfico 2.5, crece absolutamente con la extensión del período de producción. Debe observarse que el producto marginal disminuye con estas ampliaciones.

¿Qué sucede cuando se alarga el período de producción?. En otras palabras, ¿por qué argumentó Böm-Bawerk que los períodos más largos son más productivos?. A medida que aumenta la duración del período de producción, se utiliza más capital, aumenta la relación capital-trabajo y se amplía el producto final, aunque a una tasa decreciente.

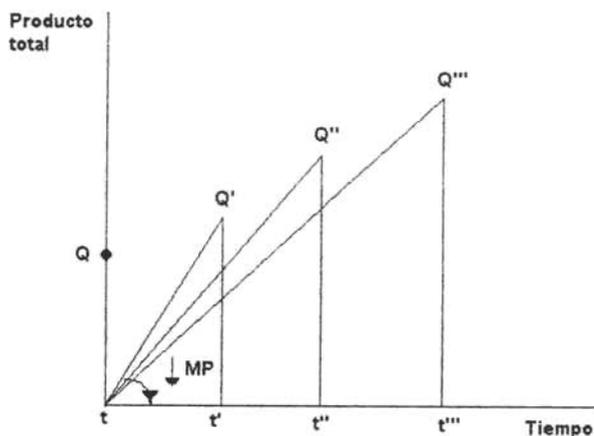


GRÁFICO 2.6.

Cuando un método de producción se hace más indirecto, representando este cambio por el desplazamiento de t a t' , etc., el producto total también aumenta, pero a una tasa decreciente. La pendiente de la línea tQ' es el producto marginal del capital durante el período tt' .

El modelo de período de producción de Böm-Bawerk se caracterizaba por factores continuos y productos en un punto. Esto es, los factores se van añadiendo en forma de flujo,

pero los productores “maduran” en un determinado punto discreto de tiempo. La cuestión importante que surge inmediatamente tiene que ver con la duración del período de producción. En un momento dado, Böhm-Bawerk sugirió que podía utilizarse un período absoluto de producción. Sin embargo, pronto se pone de manifiesto el problema esencial que plantea su utilización. Supongamos por ejemplo, que un producto en un punto, obtenido actualmente, sea una taza de plata. ¿cuál es el período absoluto de producción?. Puede suponerse que el factor plata utilizado en la producción de la taza podría haber sido extraído de la mina en los tiempos romanos. El concepto de determinación de un período de producción para cualquier producto en un punto es, por tanto, ridículo.

Así pues, Böhm-Bawerk propuso un planteamiento alternativo, el período medio de producción, en el que los factores son ponderados según su proximidad a los productos en un punto. Los factores se ponderan por el número de períodos en los que se les ha utilizado, y la suma de estos factores ponderados se divide por el número de factores, a fin de obtener un período medio de producción.

Desafortunadamente, el segundo planteamiento de Böhm-Bawerk presenta algunas deficiencias graves. Una de las objeciones más importantes es más bien evidente. Los factores, sencillamente, no son homogéneos, y Böhm-Bawerk no hace nada para que lo sean, excepto suponer que lo son. En segundo lugar, y tal vez es lo más importante, está la cuestión de asignar las ponderaciones adecuadas a cada “período”. ¿debe atribuirse el producto a los factores más recientes o a los que se encuentran a una mayor distancia en el pasado?. Aunque estos problemas eran serios, Böhm-Bawerk mantuvo el supuesto de un período medio de producción como una construcción teórica viable⁸.

Retomando un poco el tema de la calidad de vida, podemos mencionar un ejemplo sencillo pero muy efectivo. Supongamos que disponemos de una cantidad de dinero y que “DESEAMOS” adquirir una casa. El porqué “DESEAMOS” la casa se puede deber a varios factores (necesidad de independencia, iniciar un negocio en ese inmueble, prestigio), pero por ejemplo, en cualquier parte del mundo hay casas que tienen un precio más alto que otras, ya sea por tamaño o ubicación, suponiendo que queremos la casa para elevar nuestro

prestigio lo más seguro es que elijamos una que se encuentre en una zona residencial, sin embargo nos encontramos con que el dinero que tenemos no es suficiente, podríamos pedir un crédito al banco, en casos extremos hasta robar, pero en fin, la cuestión es que se está dispuesto a llevar a cabo ciertas acciones para conseguir lo que queremos (en este ejemplo, la casa).

2.1.7 WILLIAM STANLEY JEVONS.

William Stanley Jevons (1835-1882) presentó un elemento importante en la teoría económica; la formulación del análisis de utilidad.

En su formulación de la teoría de la utilidad, el panorama de fondo de ciencia y medición científica de Jevons era en buena medida algo que había elaborado el mismo. Para Jevons, la economía tenía la suerte de que algunas de sus cantidades importantes (precios, etc.) eran susceptibles de medición exacta. Eligió como elemento a maximizar un elemento *subjetivo* - la utilidad-, otorgándole un papel esencial en el análisis económico. Jevons admitía que el cálculo del placer y del dolor (o teoría de la utilidad) tenía características subjetivas, aunque él expresó la esperanza de que los efectos de la utilidad podrían determinarse de alguna manera. En 1871 escribió:

Una unidad de placer o de dolor es difícil de concebir; pero es la magnitud de estos sentimientos la que nos está incitando continuamente a comprar y vender, a endeudarnos y prestar, a trabajar y descansar, a producir y consumir; y es de los efectos cuantitativos de los sentimientos que debemos estimar sus magnitudes comparativas. No podemos conocer más ni medir la gravedad, en su propia naturaleza, de lo que podemos medir un sentimiento; pero, de la misma manera que medimos la gravedad por sus efectos en el movimiento de un péndulo, podemos estimar la igualdad o desigualdad de los sentimientos por las decisiones de la mente humana (Teoría de la economía política pág. 11).

⁸ Uno de los estudiosos de la teoría de Böhm-Bawerk, Knut Wicksell, al principio adoptó el período medio de producción, pero después lo abandonó por inviable.

Por tanto, Jevons sabía que sólo se podía, en el mejor de los casos, obtener estimaciones ordinales de la cantidad alrededor de la cual gira todo el sistema económico. No obstante, Jevons estableció el nuevo núcleo de la economía en términos de utilidad.

La Utilidad marginal. Jevons sostenía que el valor del placer y del dolor varía según cuatro circunstancias: a) intensidad, b) duración, c) certeza o incertidumbre, y d) proximidad o distancia. Jevons discutió exactamente cada una de estas cuatro circunstancias. El dolor es simplemente la negación del placer, y en los cálculos individuales, la suma algebraica (es decir, el placer neto) es la cantidad significativa. Jevons introdujo un elemento probabilístico en el análisis económico cuando discutió los modos en que la incertidumbre acerca de los acontecimientos futuros y los “sentimientos anticipados” respecto del futuro influyen en el comportamiento. En un pasaje especialmente expresivo, Jevons sugería cómo la preferencia temporal y la anticipación impregnan las cantidades económicas:

Los cuidados del momento no son sino como ondas en la corriente de los logros y las esperanzas. Podemos decir con seguridad que es feliz aquel hombre que, por humilde que sea su posición y por limitadas que sean sus posesiones, puede esperar siempre tener más de lo que tiene y puede sentir que cada momento de esfuerzo tiene a realizar sus aspiraciones. Por el contrario, el que se agarra al disfrute de un momento fugaz sin considerar los tiempos futuros ha de descubrir tarde o temprano que su reserva de placer está menguando y que incluso la esperanza empieza a desfallecer (Teoría, pág. 35).

Jevons afirmaba que la maximización del placer es el objeto de la economía, o, en sus propias palabras, los humanos tratan de procurarse la “mayor cantidad de lo que es deseable, a expensas de la menor cantidad de lo que es indeseable”. Sin embargo, es necesario aumentar el grado de objetividad de esta proposición, asociándola a algo más concreto, tal como las mercancías.

Jevons definió una mercancía como un objeto, sustancia, acción o servicio que puede proporcionar placer o evitar dolor, e indicó la “cualidad abstracta por la que un objeto sirve a nuestros propósitos y se hace acreedor a ser clasificado como mercancía. Como

observó con claridad, “debe suponerse que cualquier cosa que un individuo desea y por la que está dispuesto a trabajar posee su utilidad”. Así pues, los que colocan el asta de una bandera, los astronautas, los adictos a la heroína y los suicidas pueden considerarse sencillamente como maximizadores de utilidad (bajo determinadas restricciones, por supuesto).

Jevons especificó claramente que una función de utilidad es una relación entre las mercancías que consume un individuo y un acto de valoración individual. En suma, la utilidad no es una cualidad intrínseca o inherente que posean las cosas. En lugar de ello, la utilidad sólo tiene sentido en el acto de valoración.

Utilizando una sencilla notación algebraica, la función de utilidad de Jevons se expresa como $U = f(x)$, que se lee “la utilidad de la mercancía X (alimentos) es una función de la cantidad de X que posee el individuo”. Debe observarse que todos los demás bienes no se consideran; es decir, que puede que no existan o que sus cantidades permanezcan constantes. Suponiendo que pudieran agregarse cantidades muy pequeñas de alimentos a la despensa del individuo – esto es, “continuamente”, en el lenguaje de la aritmética- , podría deducirse una función de utilidad como la que se presenta en el gráfico 2.7 a. Puede verse que la utilidad total de los alimentos (manteniéndose constantes las cantidades de las demás cosas) aumenta a medida que se van añadiendo cantidades hasta X_0 , alcanza un máximo en este punto y después disminuye. Pero la utilidad de una unidad adicional de alimentos, que Jevons denominó “grado de utilidad”, disminuye a medida que se van añadiendo unidades de alimento al consumo del individuo. La ley de Jevons puede formularse, pues, como sigue: el grado de utilidad de una mercancía varía con la cantidad que se posee de dicha mercancía y va disminuyendo a medida que aumenta la cantidad de la misma mercancía.

El principio equimarginal: Jevons mostró una comprensión clara de la maximización del comportamiento del individuo, al discutir la asignación de cualquier mercancía que un individuo realiza entre sus usos alternativos. Si un individuo empieza con un stock fijo S de una mercancía X , y los usos de dicha mercancía se representan por x e y , entonces el stock tiene que dividirse entre aquellos usos de modo que $S = x + y$. ahora bien, Jevons plantea esta pregunta ¿Cómo decide un individuo asignar su stock fijo entre ambos usos?. La respuesta es fácil, la cantidad de X debe asignarse entre ambos usos de manera

que el aumento de la utilidad resultante de la adición de una unidad de X al uso y. en término jenovianos, la condición equimarginal implica que:

$$du/dx = du/dy \text{ o } MU_x = MU_y$$

donde MU_x representa el grado de utilidad de la mercancía X en el uso x, y de manera semejante para y.

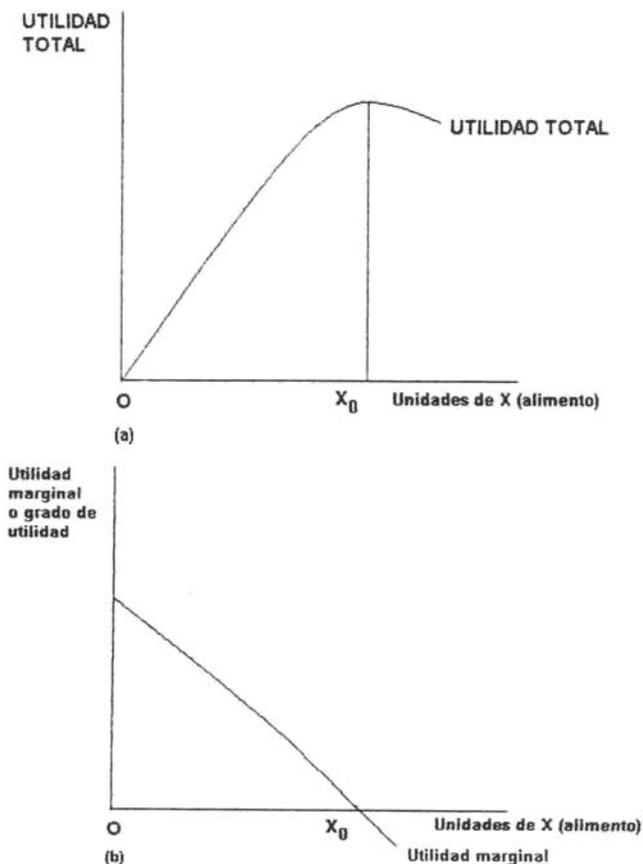


GRÁFICO 2.7

La utilidad total aumenta continuamente hasta X_0 unidades de alimento, pero la utilidad marginal disminuye continuamente a medida que se consumen unidades adicionales de alimento por unidad de tiempo.

El principio equimarginal, expuesto claramente por primera vez por Jevons, también se aplica a la asignación de recursos fijos y escasos (por ejemplo, la renta) entre todos los bienes del presupuesto del consumidor individual. Si x representa botellas de cerveza y z representa paquetes de cigarrillos, entonces el consumidor asignará la renta escasa y de tal manera que $MU_x = MU_z$, suponiendo que las cervezas y los cigarrillos tengan el mismo precio y que se gaste la totalidad de y en estos dos bienes. Una formulación más general del principio equimarginal, que no aparece en Jevons pero que considera diferentes precios de n bienes, es la siguiente:

$$MU_x/P_x = MU_z/P_z = MU_n/P_n$$

Además, a fin de asegurar que la renta se asigna en su totalidad entre los consumos del individuo (lo que podría incluir una cuenta de ahorros), se expresa una condición adicional:

$$P_x X + P_z Z + \dots + P_n N = Y$$

Donde $P_x X$ representa el gasto del individuo en X , $P_z Z$ representa el gasto en Z , etc. la suma de todos estos gastos es igual a la renta Y . Aunque Jevons no desarrolló los detalles, su argumento es la base de todo el desarrollo de la teoría del comportamiento maximizador del individuo, que se encuentra en el mismo centro de la teoría contemporánea.

Retomando uno de los conceptos mencionados en el capítulo anterior (la elasticidad), podríamos citar otro ejemplo y analizarlo. Aproximadamente hace 15 años los teléfonos celulares eran prácticamente para las personas con cargos de nivel gerencia, y los precios de dichos aparatos eran considerablemente altos. Actualmente bastantes niños que cursan la escuela primaria cuentan con un celular, y si se les pregunta a las personas, un número considerable responden que tiene un celular gracias a que sus precios "son muy baratos".

2.1.8 ALFRED MARSHALL.

Alfred Marshall (1842-1924) llega al tema de la economía en 1867 por la vía de las matemáticas, la metafísica y la ética.

Marshall describió y calificó el concepto de elasticidad de la demanda. La idea no era exclusiva suya (Fleeming Jenkin había aludido a ella en 1870), pero, él desarrolló el concepto en gran medida haciéndolo propio. Marshall dijo : “la elasticidad (o correspondencia) de la demanda en un mercado es grande o pequeña según que la cantidad demandada aumente mucho o poco frente a una baja de precios dada, o disminuya poco o mucho frente a un alza de precios dada” (Principios, pág. 90).

Marshall desarrolló una extensa discusión de las diferencias de elasticidad entre compradores ricos, de clase media, y pobres. En un pasaje que revela claramente su preocupación victoriana por las clases sociales, observaba, en relación con el efecto de los gustos adquiridos sobre la demanda de carne:

En los barrios obreros, la carne de calidad superior e inferior se vende casi al mismo precio; pero algunos artesanos bien pagados del norte de Inglaterra han llegado a aficionarse tanto a la buena carne y pagan por ella un precio casi tan elevado como el que se pide por este artículo en la parte occidental de Londres, donde los precios se sostienen artificialmente altos por la necesidad que existe de exportar las clases inferiores para que sean vendidas en otros lugares. (Principios pág. 94).

Y en una ingeniosa observación, Marshall notaba que “parte de la demanda de artículos alimenticios costosos es realmente una demanda con el objeto de obtener distinción en la sociedad⁹ y, por lo mismo, es casi insaciable” (Principios, pág. 93).

Marshall también hizo planteamientos respecto a la asignación de recursos, en varios puntos de los Principios, indicó que para lograr una asignación eficiente de los recursos, todos los factores tenían que ser contratados hasta el punto en que su producto

⁹ Algo que podríamos relacionar con nuestro ejemplo de la compra de la casa

marginal fuera igual a su coste marginal. La productividad de cada agente de la producción está sujeta a los rendimientos decrecientes. Como Marshall resumió su famoso “principio de sustitución”:

Todo agente de producción, tierra, maquinaria, mano de obra especializada o no especializada, etc., tiende a ser aplicado en la producción hasta el punto en que puede serlo provechosamente. Si los patronos y otros hombres de negocios creen que pueden conseguir un mejor resultado utilizando alguna cantidad más de dichos agentes, no dejarán de hacerlo. Calculan el producto neto (es decir, el incremento neto del valor monetario de la producción total después de deducir los gastos incidentales) que se obtendrá de un gasto adicional en ese sentido o en otro cualquiera, y si pueden ganar gastando algo menos de uno y algo más de otro, no dejarán de hacerlo.

Así pues, los usos de cada agente de producción están regulados por las condiciones generales de la demanda con respecto a la oferta, es decir, por una parte, por la urgencia de todos los usos a los que puede destinarse un agente, en unión de los medios de que disponen los que lo necesitan, y, por otra parte, por los stocks disponibles del mismo. Y la igualdad entre sus valores para cada uso es mantenida por la tendencia constante a retirarlo de aquellos usos en que sus servicios sean de menor valor para aplicarlo a otros en los cuales sean de mayor valor, de acuerdo con el principio de sustitución (Principios pp. 428-429).

Marshall describió los rendimientos de los diversos factores de producción. La renta era un rendimiento de factores completamente fijos en su oferta y sin oportunidades alternativas, pero Marshall identificó también una “cuasi-renta”. La cuasi-renta, en términos marshallianos, es un rendimiento de factores temporalmente fijos, debido a la producción a corto plazo.

Marshall identificó tres tipos de gasto del trabajador: los de los bienes estrictamente necesarios, los de las necesidades convencionales y los de las comodidades habituales. El primer tipo se compone simplemente de los que exige el mantenimiento físico (gastos de alimentación, abrigo, vestido). Los gastos en necesidades convencionales son aquellos que no son estrictamente necesarios para la salud y fortaleza, pero que son necesarios

socialmente. El tercer tipo –los gastos requeridos por las comodidades habituales –refleja la creencia de Marshall (formulada antes en los *Principios*) de que los gustos y hábitos de los consumidores, en este caso de los consumidores trabajadores, varían a lo largo del tiempo.

No cabe duda que todos los planteamientos que acabamos de mencionar son “ricos” en cuanto a sus aportaciones a la economía en general, pero analizando un poco más a detalle, dan una gran contribución al análisis microeconómico.

A través de los años, los autores que acabamos de mencionar estudiaron los problemas que en su momento vivieron y en la medida de sus capacidades presentaron soluciones, algunos con similitudes de sus planteamientos, por ejemplo, Gossen, Menger y Jevons hacían énfasis en cuanto al tema de maximización, por supuesto, cada quien con planteamientos distintos (Gossen atribuía a que una maximización eficiente se basaba en la distribución de “algo” en varios usos, mientras que Menger decía que la maximización del bienestar estaba en base a la satisfacción de las necesidades más urgentes, y Jevons a los cálculos del placer y dolor), pero todos ellos, le daban importancia a la cuestión de la maximización.

De igual forma, Jevons y Marshall desarrollaron estudios que explicaban las características de lo que cada uno de ellos consideraba utilidad; Jevons acentuaba que para una buena asignación de recursos, la renta debía destinarse a varios usos en base a la oferta y la demanda, mientras que Marshall planteaba la asignación de recursos presentando la importancia que tienen los rendimientos decrecientes.

También hemos mencionado que no podemos darnos el lujo de llevar a cabo acciones que a corto o largo plazo nos den resultados negativos, Dupuit y Menger también compartieron el tema de la utilidad; Dupuit mencionaba que ésta disminuía cuando aumentaba la cantidad de “alguna cosa” y Menger menciona las características para que “algo” fuera útil.

Todos mencionaban tópicos que en su conjunto provocan movimientos en la actividad económica. Al querer maximizar nuestras utilidades¹⁰ es porque queremos estar en las mejores condiciones posibles, sin embargo para lograrlo hay que asignar adecuadamente los recursos que tenemos y a menudo nos encontramos con dificultades para concluir nuestras metas u objetivos.

Por eso, antes de entrar más a fondo a los modelos de investigación de operaciones tenemos que definir cual es nuestra realidad, como mencionamos anteriormente una cosa es lo que deseáramos y otra lo que realmente podemos obtener, para poder entender mejor los modelos de investigación de operaciones es necesario mencionar un concepto económico que tiene que ver con la producción (ya sea de bienes o servicios), nos referimos a la frontera de posibilidades de producción.

2.2 LA FRONTERA DE POSIBILIDADES DE PRODUCCIÓN.

Supongamos que conocemos a una persona que tiene un restaurante, dicha persona ofrece la posibilidad de comer a las personas que transitan cerca del lugar, es decir, está ofreciendo un servicio. Sin embargo para poder ofrecerlo necesita una estufa, una freidora y una serie de insumos para su producción. Esta persona tiene una familia y también tiene que cocinar para ellos, aunque su familia no necesariamente tiene que pagar por los alimentos que degustan, pero a final de cuentas, esta persona tiene que producir cierta cantidad de platillos para las personas que lo están solicitando y es posible que tanto los clientes del restaurante, y la familia de esta persona no siempre quieran comer enchiladas todos los días, dicho de otra manera, tiene que dar otros platillos para que sus clientes no se “aburran” y se vayan a otro restaurante y su familia tenga que gastar para comer en otro lado, es decir, tiene que ofrecer varios tipos de mercancía (en este caso comida).

La frontera de posibilidades de producción (FPP) nos muestra la cantidad máxima posible de un bien o servicio específico que se puede producir en una economía, utilizando

¹⁰ al hablar de utilidades no necesariamente tienen que ser expresadas en utilidades monetarias, como se ha explicado, cada persona asigna cierto grado de utilidad a algún objeto en particular, ya que algo que nos puede ser sumamente útil, a otra persona tal vez no le sirva para nada.

los recursos y conocimientos de que dispone y las cantidades de otros bienes y servicios que también produce.¹¹

Para una mejor comprensión mencionaremos un ejemplo, imaginemos que una persona tiene cantidades limitadas de dos recursos, camiones y trabajo, y los puede utilizar para producir bienes, entretenimiento o ambas cosas a la vez. La figura 2.8 muestra un gráfico de la FPP de esta economía hipotética, la FPP indica la cantidad máxima de entretenimiento que puede producirse con los recursos existentes por cada nivel posible de producción de alimentos. Por ejemplo, en el punto B la economía produce 275 toneladas de alimentos. Con este nivel de producción de alimentos, la cantidad máxima de entretenimiento que puede llegar a producir es de 100 unidades.

El punto A de la FPP indica que si esta economía tuviera que asignar todos sus recursos a la producción de alimentos, produciría 300 toneladas, en el otro extremo, si tuviera que asignar todos los recursos a la producción de entretenimiento y los camiones se dedicaran a realizar viajes de ida y vuelta o excursiones a la playa, la producción total de entretenimiento sería de 400 unidades, lo que se representa mediante el punto E en la figura 2.8.

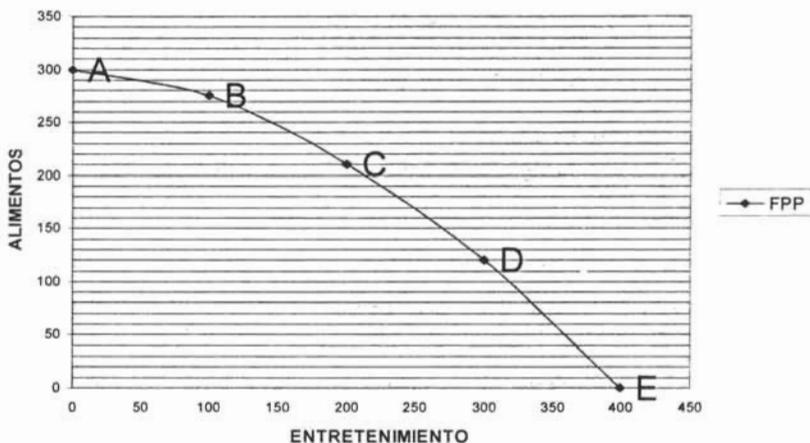


FIGURA 2.8

¹¹ DORNBUSCH RUDIGER, FISHER STANLEY. Economía. Mc Graw Hill. México. Pág. 8

¿Por qué estamos mencionando este concepto?, particularmente en México un número importante de pequeñas y medianas empresas se dedican a la producción de una o más mercancías, por lo tanto se debe de tomar en cuenta las cantidades tanto de una como de la otra en su producción, es decir, a cuantas cantidades de “X” cantidad debe de renunciar para poder producir “Y” cantidad de la otra, sin embargo con todo esto anterior surge una pregunta clave en nuestra investigación ¿cuánto se debe de producir de la mercancía “X” y cuanto de la mercancía “Y” para obtener un resultado óptimo con el cual obtenga un máximo beneficio?, esta pregunta tiene su respuesta con la adecuada utilización de los modelos de la investigación de operaciones.

Se dice que para toda acción hay una reacción y para toda pregunta una respuesta, pero no siempre es así, en muchas ocasiones hay más de una reacción y más de una respuesta y eso depende en gran parte de la formación y conocimientos que posee la persona que va a tomar una decisión.

Por ejemplo, hay un pequeño comercio cerca de la FES Aragón que se dedica a la producción de tamales exclusivamente de elote y piña, y tiene clientes tanto de la escuela, como personas que ofrecen desayunos ya sea por una fiesta, una reunión de trabajo, etc. Sin embargo el dueño de este pequeño comercio quisiera aumentar su producción, pero tiene un problema, la persona que elabora los tamales solamente trabaja de 2:00 a.m. a 6:00 a.m. ya que de allí se va a la escuela y la tarde la ocupa para hacer sus tareas y descansar, dicho con otras palabras uno de sus recursos (el tiempo) se ve limitado a 4 horas. O por citar otro ejemplo, un administrador de cartera tiene cierta cantidad de capital a discreción. Sus decisiones de inversión se encuentran restringidas por la cantidad de su capital y por los reglamentos de la bolsa de valores.

Estos ejemplos nos muestran que tienen 2 características en común. En primer lugar notamos la existencia de restricciones y en segundo es que existe una cantidad que se quiere maximizar o minimizar.

De esta manera, puede apreciarse que en todos los casos hay alguna cantidad que el encargado de la toma de decisiones desea maximizar (por lo común, el beneficio el

rendimiento o la eficiencia) o minimizar (por lo general los costos o tiempos de elaboración). En el lenguaje de formulación de modelos, esta cantidad se llama función objetivo¹².

2.3 LA PROGRAMACIÓN LINEAL.

La programación lineal es en la actualidad una herramienta de uso común en multitud de problemas derivados de la necesidad de optimizar los recursos destinados a diversas actividades en las organizaciones productivas. Esta se ocupa de los problemas de asignación de recursos limitados que han de destinarse a actividades simultáneas que compiten por ellos entre sí.

La programación lineal tiene una amplia variedad de posibilidades de uso, su adecuada o aceptable aplicación irá dándose conforme se practica¹³.

La programación lineal proporciona un ejemplo de lo que se llama un modelo de toma de decisiones restringidas, también llamado modelo de optimización restringida. Una forma común de referirse a ese modelo es definido como: el problema de asignar recursos limitados de modo que se optimice un objetivo de interés¹⁴.

Aunque existen diversos tipos de modelos de toma de decisiones restringidas, la programación lineal ha sido la más útil. Se ha aplicado literalmente con éxito a miles de tipos diferentes de problemas de toma de decisiones.

Ni la teoría económica ni la programación lineal dicen nada acerca de la implementación del plan o de la solución óptimos. Simplemente deducen la solución óptima en cualquier situación en particular. En ese sentido, ambos enfoques constituyen métodos *ex ante* que apuntan a ayudar a las unidades económicas a encontrar la solución que les permita alcanzar su objetivo (ya sea la maximización de las utilidades, maximización de los beneficios, minimización de los costos) dados los recursos (ingresos o

¹² EPPEN G, GOULD F. Investigación de operaciones en la ciencia administrativa. Prentice Hall. México. Pág. 27

¹³ MORA JOSE LUIS. Investigación de operaciones e informática. Trillas. México. Pág. 15

¹⁴ EPPEN G, GOULD F. Investigación de operaciones en la ciencia administrativa. Prentice Hall. México. pág. 27.

insumos de los factores) de que disponen en determinado momento. Sin embargo, en la teoría económica la solución óptima se presenta, por lo común, en términos cualitativos abstractos, gráficos, o símbolos matemáticos generales, en tanto que la programación lineal brinda soluciones numéricas específicas a los problemas de optimización en particular¹⁵.

Esto anterior nos hace recordar los planteamientos que formularon Gossen, Menger y Jevons (maximización de utilidad y bienestar), en nuestro ejemplo que mencionamos se puede observar que el vendedor de tamales no tiene a su cargo mucho personal como el dueño de la cadena de Hamburguesas Burger K, pero a final de cuentas ambos quieren maximizar sus utilidades, y la programación lineal definitivamente presenta una excelente opción para las dos personas, ya que como hemos venido mencionando, las herramientas de investigación de operaciones pueden ser ocupadas PARA una amplitud de problemas y personas, pero adentrémonos un poco más a las características de este modelo.

2.3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE PROGRAMACIÓN LINEAL.

Nuevamente al hablar de recursos escasos nos encontramos con la situación de que tenemos que obtener el máximo beneficio posible; para comprender mejor esto ilustraremos el empleo de la programación lineal mediante un ejemplo simple de una empresa que posee una cantidad dada de tres factores de la producción con los que puede producir dos mercancías, x e y . El problema de la empresa, dados sus recursos, consiste en escoger la combinación de productos óptima que le maximice¹⁶ su beneficio.

Supongamos que una empresa posee las siguientes cantidades de factores de la producción:

$L = 400$ unidades de mano de obra (horas)

$K = 300$ unidades de capital (horas-máquina)

$S = 1000$ unidades de tierra (pies cuadrados)

La empresa puede producir tanto la mercancía x como la y con los siguientes procesos (actividades) disponibles.

¹⁵ KOUTSOYANIS A. *Microeconomía moderna*. Amorrortu editores. Buenos Aires. Pág. 423

¹⁶ no siempre se necesitará "maximizar", en algunos se requieren efectuar minimizaciones

	Actividad A ₁ Para x	Actividad A ₂ para y
Mano de obra	l _x = 4	l _y = 1
Capital	K _x = 1	K _y = 1
Tierra	S _x = 2	S _y = 5

En otras palabras, la producción de una unidad de “x” requiere 4 horas de mano de obra, 1 hora-máquina y 5 pies cuadrados de tierra. La mercancía “x” rinde un beneficio unitario de 2 libras, y la mercancía “y” rinde un beneficio unitario de 1 libra. El objetivo de la empresa es elegir la combinación de productos óptima, es decir, la combinación que maximice sus beneficios totales.

La función de los beneficios totales puede escribirse de la siguiente forma:

$$Z = 2X + 1 Y$$

Donde:

Z = beneficios totales

X = cantidad de la mercancía x (o nivel de la actividad A₁)

Y = cantidad de la mercancía y (o nivel de la actividad A₂)

2 y 1 son los beneficios unitarios de ambas mercancías. La función de los beneficios totales se denomina **función objetivo** porque expresa el objetivo de la empresa, que en nuestro ejemplo consiste en la maximización de los beneficios. En general, la función objetivo es la función que representa los objetivos del agente económico¹⁷. La empresa al perseguir la maximización de su función objetivo, se enfrenta con diversas restricciones. Distinguimos dos grupos de restricciones, las restricciones técnicas (o funcionales), y las restricciones de no-negatividad. El estado de la tecnología y la disponibilidad de los factores de la producción establecen las restricciones técnicas. Hay tantas restricciones técnicas como factores de la producción. Expresan el hecho de que las cantidades de los factores que serán absorbidas por la producción no pueden exceder las cantidades disponibles de dichos

¹⁷ los agentes económicos pueden ser empresas, familias y gobierno, en nuestro ejemplo hablamos de empresa

factores. De este modo, las restricciones tecnológicas adoptan la forma de desigualdades. En nuestro ejemplo, las restricciones técnicas son las tres siguientes:

$$4X + 1Y \leq 400$$

$$1X + 1Y \leq 300$$

$$2X + 5Y \leq 1000$$

donde X e Y son los niveles de las mercancías “x” e “y” (niveles de utilización de las actividades A_1 y A_2) y los números enteros del lado izquierdo son los coeficientes técnicos de la producción, es decir, los insumos de los factores necesarios para producir una unidad de los productos “x” e “y”. Las cifras de la derecha son los recursos con que cuenta la empresa. Estas restricciones en forma de desigualdad establecen que los niveles de X e Y, en la combinación de productos óptima, no deben requerir cantidades de los tres recursos superiores a los disponibles.

Las restricciones de no negatividad expresan la necesidad de que los niveles de producción de las mercancías no sean negativos, puesto que en economía no tienen sentido las cantidades negativas. El nivel de producción de cualquier mercancía puede ser o bien cero o de lo contrario positivo.

$$X \geq 0$$

$$Y \geq 0$$

Dada la información ya mencionada, el problema de programación lineal puede formalizarse de la siguiente manera:

Maximizar	$Z = 2X + 1Y$ (función objetivo)
Sujeto a	$4X + 1Y \leq 400$ (restricción técnica)
	$1X + 1Y \leq 300$ (restricción técnica)
	$2X + 5Y \leq 1000$ (restricción técnica)
	$X \geq 0$ (restricción de no negatividad)
	$Y \geq 0$ (restricción de no negatividad)

Nótese que todas las restricciones toman la forma de desigualdades. O sea que el sistema no puede resolverse mediante los métodos usuales de resolución de ecuaciones simultáneas. La técnica de programación lineal ha sido diseñada para entenderse con la solución de problemas que involucran desigualdades. Su enfoque básico es el de la iteración: la solución óptima se define examinando el conjunto de posibles soluciones alternativas y eliminando gradualmente las subóptimas hasta alcanzar aquella.

2.4 SOLUCION POR MÉTODO GRÁFICO DEL PROBLEMA DE PROGRAMACIÓN LINEAL

La solución gráfica es sencilla cuando el problema se puede presentar en gráficos bidimensionales, como ocurre en nuestro ejemplo sencillo. Cuando hay más de dos variables, la solución gráfica se complica en extremo o se torna directamente imposible. En este caso se debe emplear la solución algebraica que se presentará más adelante (el método simplex¹⁸).

La solución gráfica comprende dos pasos: en primer lugar, la determinación gráfica de la región de soluciones factibles; en segundo lugar, la presentación gráfica de la función objetivo.

2.4.1 DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA REGIÓN DE SOLUCIONES FACTIBLES.

Se dice que una solución es factible cuando satisface todas las restricciones. En nuestro ejemplo, las restricciones de no negatividad se representan gráficamente mediante el área del cuadrante positivo en el sistema convencional de coordenadas octogonales (figura 2.9). Los puntos sobre el eje horizontal indican que la producción de y es igual a cero y la producción de x positiva. Es decir, sobre el eje de las x ocurre $X > 0$ e $Y = 0$. Análogamente, los puntos sobre el eje de las y indican que no se produce nada de x ,

¹⁸ este método fue creado en 1947 por el matemático George Dantzing y se utiliza sobre todo, para resolver problemas de programación lineal en los que intervienen tres o más variables.

mientras que la producción de “y” es positiva. Es decir, sobre el eje de las “y”: $X=0$ e $Y>0$. Evidentemente, los puntos en el interior de ambos ejes implican algún nivel de producción de ambas mercancías ($X > 0$ e $Y > 0$). El área sombreada de la figura 2.9 y sus bordes (construidos por ambos ejes) representan la región dentro de la cual se satisfacen las restricciones de no negatividad.

La determinación completa de la región de soluciones factibles requiere, además, la determinación de los bordes o límites establecidos por las restricciones técnicas (funcionales), es decir, por la disponibilidad de los factores de la producción y por el estado de la tecnología.

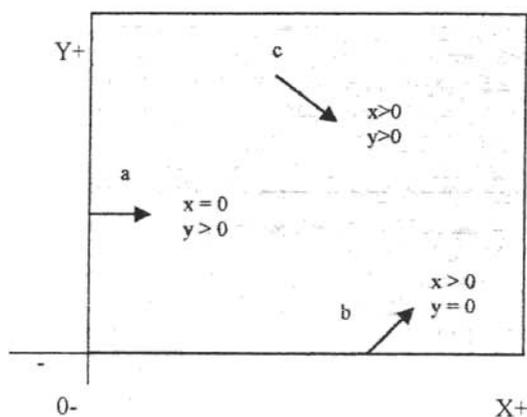


FIGURA 2.9

Límite establecido por el factor “mano de obra”. lo definimos mediante una línea recta cuya pendiente es el cociente entre los insumos de mano de obra en la producción de ambas mercancías. Así, indicamos con la letra L el límite establecido por la mano de obra, tenemos:

$$\left[\begin{array}{l} \text{Pendiente del} \\ \text{límite L} \end{array} \right] = \text{pendiente de AB} = \frac{\text{insumo de L en x}}{\text{insumo de L en y}} = \frac{4}{1} \frac{l_x}{l_y}$$

Podemos hallar el limite L de la siguiente manera. Si toda la mano de obra disponible se empleara en la producción de “y”, la cantidad máxima que se puede producir de esta mercancía es:

$$0A = \frac{L}{ly} = \frac{400}{1} = 400$$

Si toda la mano de obra disponible se empleara en la producción de “x” la cantidad máxima de esta mercancía será:

$$0B = \frac{L}{lx} = \frac{400}{4} = 100$$

Los puntos A y B de la figura 2.10 indican estos niveles máximos de producción. Si unimos A y B con una línea recta, formamos el limite establecido por el factor L (mano de obra). La pendiente este limite es:

$$\text{Pendiente de AB} = \frac{0A}{0B} = \frac{L/ly}{L/lx} = \frac{400/1}{400/4} = \frac{4}{1} = \frac{\text{insumo de l en x}}{\text{insumo de L en y}}$$

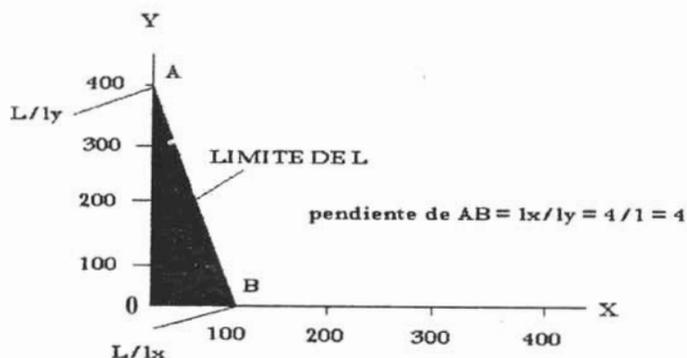


FIGURA 2.10

La región de producción factible de “x” e “y” definida por la disponibilidad de mano de obra (L) es el área sombreada 0AB de la figura 2.10.

Límite establecido por el factor “capital”. En forma análoga podemos deducir el borde (o límite) a las posibilidades productivas de la empresa establecido por las disponibilidades del factor capital (K). El límite de K será una línea recta (CD en la figura 2.11) cuya pendiente es el cociente entre los insumos de capital en la producción de ambas mercancías:

$$\left[\frac{\text{Pendiente del}}{\text{Límite de K}} \right] = \text{pendiente de CD} = \frac{\text{insumo de K en x}}{\text{insumo de K en y}} = \frac{k_x}{k_y} = 1$$

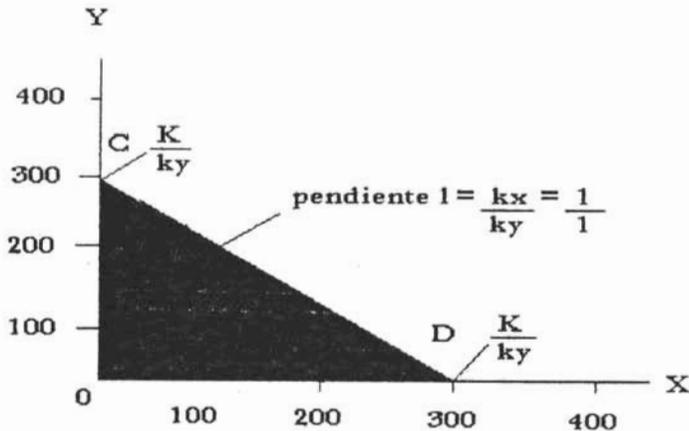


FIGURA 2.11

En nuestro ejemplo, el límite del capital se puede determinar de la siguiente manera. Si la empresa emplea todas las unidades disponibles de K en la producción de “y”, la cantidad máxima de esta mercancía es:

$$OC = \frac{K}{K_y} = \frac{300}{1} = 300$$

Si la empresa emplea todo su K en la producción de “x”, la cantidad máxima de esta mercancía es:

$$OD = \frac{K}{K_x} = \frac{300}{1} = 300$$

Si unimos los puntos C y D, formamos el límite establecido por el factor K, la pendiente de este límite es:

$$\text{Pendiente de CD} = \frac{OC}{OD} = \frac{K/k_y}{K/k_x} = \frac{300/1}{300/1} = \frac{k_x}{k_y} = \frac{\text{insumo de K en x}}{\text{insumo de K en y}}$$

Límite establecido por el factor “tierra”. El límite del factor “tierra” (S) se determina en forma similar a la de los dos límites anteriores. Se trata de una línea recta (EF en la figura 2.12) cuya pendiente es el cociente entre los insumos de tierra en la producción de ambas mercancías:

$$\left[\frac{\text{Pendiente del}}{\text{Límite de S}} \right] = \text{pendiente de EF} = \frac{\text{insumo de S en x}}{\text{insumo de S en y}} = \frac{s_x}{s_y} = \frac{2}{5}$$

En nuestro ejemplo el límite del factor “tierra” se define de la siguiente manera. Si la empresa emplea todas las unidades disponibles de S en la producción de “y”, la cantidad máxima de esta mercancía es:

$$OE = \frac{S}{S_y} = \frac{1000}{5} = 200$$

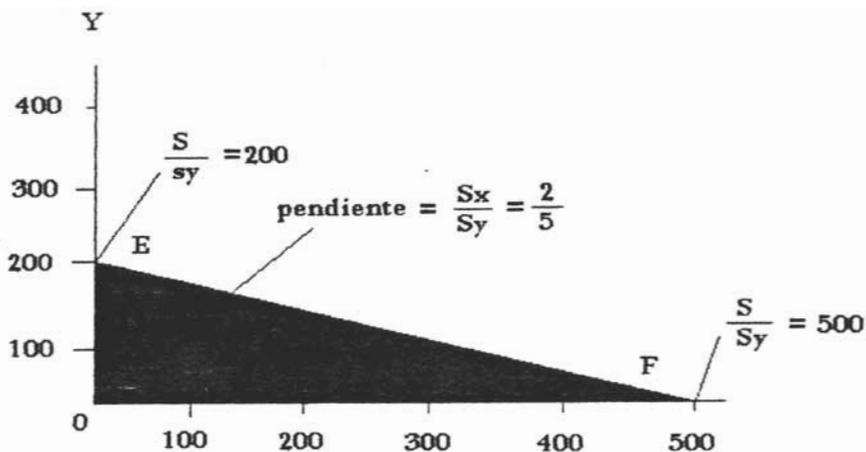


FIGURA 2.12

Si todas las unidades de S se aplican a la producción de “x”, la cantidad máxima de esta mercancía es:

$$OF = \frac{S}{S_x} = \frac{1000}{2} = 500$$

Si unimos los puntos E y F, tomamos el límite del factor “tierra” que posee la pendiente

$$EF = \frac{OE}{OF} = \frac{S/s_y}{S/s_x} = \frac{1000/5}{1000/2} = \frac{2}{5} = \frac{S_x}{S_y}$$

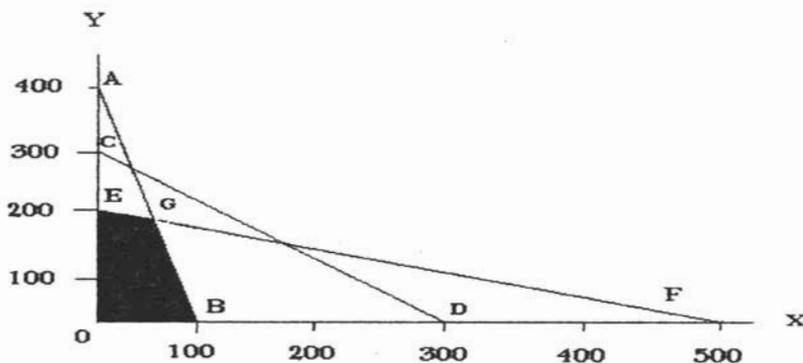


FIGURA 2.13

La región de soluciones factibles de la empresa se determina gráficamente si superponemos los tres gráficos que muestran las restricciones limitrofes a las posibilidades productivas de la empresa, establecidas simultáneamente por los tres factores de la producción. En la figura 2.13 la región de soluciones factibles se indica mediante el área 0EGB, en la que se satisfacen todas las restricciones en forma de desigualdades (restricciones técnicas y de no negatividad). Sólo son factibles las combinaciones de “x” e “y” ubicadas en esta área o en sus bordes, dados la disponibilidad de factores y el estado de la tecnología. De todas las soluciones factibles, sólo resultan técnicamente eficientes las ubicadas sobre la frontera EGB. De este modo, la solución óptima debe ser alguno de los puntos sobre la frontera (EGB).

2.4.2 DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA FUNCIÓN OBJETIVO.

Dijimos que la empresa escogerá, entre todas las soluciones factibles, la que maximice su función objetivo, es decir, la combinación de productos que le brinde los beneficios máximos. En nuestro ejemplo, la función objetivo se puede representar gráficamente por medio de rectas de isobeneficio. Podemos construir una recta de isobeneficio resolviendo la función objetivo para Y. Así, la función de los beneficios

$$Z = 2X + 1Y = \pi_x X + \pi_y Y$$

Resuelta para Y da por resultado:

$$Y = \frac{1}{\pi_y} Z = \frac{\pi_x}{\pi_y} X$$

es evidente que la pendiente de la recta de isobeneficio es:

$$\frac{\partial Y}{\partial X} = - \frac{\pi_x}{\pi_y} = \frac{\text{beneficio unitario de } x}{\text{beneficio unitario de } y} = \frac{2}{1} = 2$$

asignando distintos valores al nivel de los beneficios totales (Z) podemos calcular toda la familia de rectas de isobeneficio (mapa de isobeneficio, figura 2.14). Estas rectas tienen pendiente negativa y son paralelas entre sí, dado que se supone que los beneficios

unitarios de ambas mercancías son constantes. Cuanto más alejada del origen se encuentre una recta de isobeneficio, mayores serán los beneficios totales que represente.

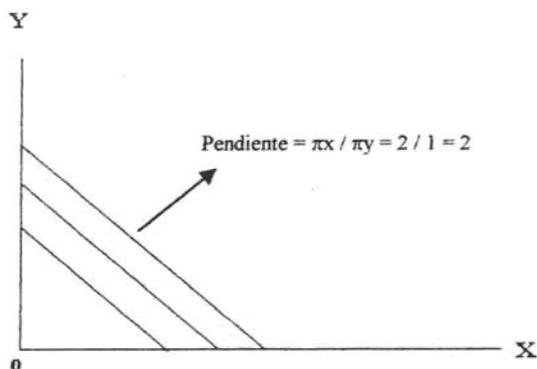


FIGURA 2.14

2.4.3 DETERMINACIÓN DE LA SOLUCIÓN ÓPTIMA.

La solución óptima se encuentra en el punto de tangencia entre la frontera de la región de soluciones factibles y la curva de isobeneficio más alta posible. La solución óptima será un punto sobre la frontera de la región de todas las soluciones factibles, porque cualquier punto de esta región yace sobre una recta de isobeneficio más baja. Resulta claro que la solución óptima depende de la pendiente de las rectas de isobeneficio, es decir de la razón entre los beneficios unitarios de ambas mercancías¹⁹. En nuestro ejemplo, la solución óptima es el punto G de la figura 2.15.

En este punto la combinación de productos consiste en 178 unidades de “y”, y 56 unidades de “x”, y los beneficios máximos alcanzan a 290 libras, según puede verificarse a partir de la función de los beneficios.

$$Z = 2X + 1Y = 2(56) + 1(178) = 290$$

¹⁹ KOUTSOYIANNIS A. Microeconomía moderna. Amorrortu editores. Buenos Aires. Pág. 430

Si la pendiente de la recta de isobeneficio es igual a la pendiente de cualquiera de las líneas de frontera que definen la región de las soluciones factibles, no existe una única solución óptima para el problema de programación lineal. Por ejemplo, si $\pi_x / \pi_y = l_x / l_y$ (= pendiente de AB que es el límite para el factor "mano de obra"), todos los puntos sobre el segmento GB serán soluciones óptimas. Análogamente, si $\pi_x / \pi_y = S_x / S_y$ (= pendiente de EF que es el límite para el factor "tierra"), todos los puntos sobre el segmento EG de la frontera de posibilidades de producción serán soluciones óptimas. Por lo anterior, debería resultar obvio que existe una solución óptima única si la pendiente de la línea que representa la función objetivo posee un valor intermedio respecto de los valores de las pendientes de las líneas de los límites, que a su vez representan las restricciones técnicas del problema de programación lineal.

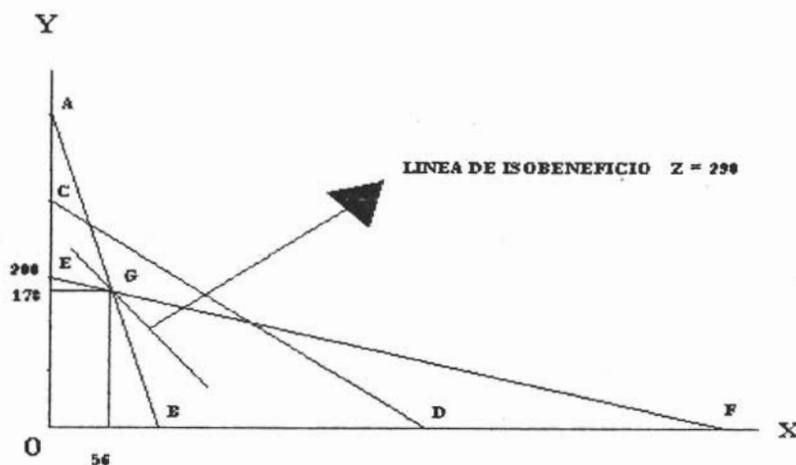


FIGURA 2.15

Al utilizar la programación lineal para formular un problema, es de suma importancia plantear todos los elementos que se encuentran en juego (tiempo, cantidades), pero lo más importante de este modelo es que se puede aplicar para resolver los contratiempos de muchas personas u organizaciones, por ejemplo, los productores de alguna mercancía desean maximizar sus utilidades y pueden recurrir a la programación lineal para solucionar su problema, sin embargo, es posible que el beneficio para otra persona consista más que nada en minimizar los costos en que ésta incurre; también puede

recurrir a la programación lineal, sin embargo, en su función objetivo en lugar de maximizar se tendrá que minimizar, pero retomando la importancia de estos modelos, PUEDEN SER OCUPADOS PARA RESOLVER PROBLEMAS DE DIVERSA ÍNDOLE Y PARA UN NÚMERO IMPORTANTE DE PERSONAS.

Tenemos conocimiento pleno de que para que algo funcione necesitamos planear bien nuestras acciones, si conocemos el problema en particular es necesario “desglosarlo” para analizar cada una de las partes que lo componen y de que manera afecta a nuestros objetivos o metas.

Sin embargo en la práctica, la planificación presenta insuficiencias que tienen su origen principalmente en las técnicas y métodos de planificación y en particular en el cálculo económico²⁰.

Esta claro que un método apropiado de planificación debería asegurar el empleo completo y eficaz de todos los recursos y el mayor volumen de producción.

Por ejemplo, existen organizaciones que llegan a producciones que arrebazan considerablemente los objetivos previstos, y por otra parte se producen pérdidas de consideración imputables a fallas de planificación (tiempo perdido por mano de obra y el equipo y pérdidas de materias debido a retrasos en los programas, interrupción en las entregas y stocks excesivos).

En conclusión todas estas pérdidas se pueden atribuir a fallas en la planificación y el cálculo económico.

Podemos entonces afirmar que las cuestiones de carácter económico relativas a la utilización eficaz de los recursos, se limitan a 2 problemas.

- ◆ La elección racional del procedimiento para obtener una producción dada o realizar cierta operación.
- ◆ La asignación de los programas y recursos productivos entre las empresas.

²⁰ KANTOROVITCH L. La asignación óptima de los recursos económicos. Ariel. Barcelona. Pág. 2

Para el primer problema nos encontramos con que el tipo de recursos (trabajo, materias primas, equipo) y las cantidades que de los mismos se ocuparán, dependen principalmente del procedimiento productivo elegido.

En el segundo, la asignación se encuentra condicionada por la estructura de la producción final, el volumen de recursos y el equilibrio necesario entre la producción y el consumo de cada bien final o intermedio.

Los dos problemas están fuertemente relacionados, y no se pueden resolver independientemente el primero sin el segundo y viceversa.

Al querer resolver simultáneamente los 2 problemas nos encontraremos dificultades considerables, y para esto es conveniente formular un método para el cual las diferentes planificaciones estén en armonía y conduzcan ambos al plan óptimo.

Dicho con otras palabras, se requiere de un método que presente a los modelos de producción en términos de un número finito de diversos procesos de producción, percepción de un gran conjunto de aplicaciones prácticas y demostración de que podemos asociar a una solución óptima del problema dado, ya sea la minimización del costo o la maximización de la producción, lo que se ha llamado como “precios sombra²¹” uno para cada recurso y la interpretación de las variables duales como elementos definidores de las razones de equivalencia (tasas de sustitución) ente diferentes insumos primarios y/o diferentes productos requeridos.

En la sección anterior vimos la importancia de la programación lineal, ya que gracias a esta se pueden resolver una infinidad de problemas de diversas índoles, a la vez que nos apoyamos del método gráfico para resolver el modelo de programación lineal, sin embargo en nuestro ejemplo nos limitamos a un problema donde una empresa hipotética produce solo dos tipos de mercancías de igual forma que el negocio que se encuentra cerca de le FES Aragón (los tamales de elote y de piña). Pero una problemática a la que se enfrentan una cantidad importante de pequeñas, medianas y grandes organizaciones en

²¹ más adelante explicaremos a fondo este tema

nuestro país y en el resto del mundo, es que se dedican a la producción de más de dos mercancías y además, pueden enfrentarse a más de dos restricciones, por ejemplo, entre algunas de las actividades que desarrolla el Instituto de Geografía de la UNAM es la elaboración de mapas hidrográficos, topográficos y de división territorial, para cada uno de ellos se dispone de un tiempo²² específico y materiales para su fabricación.

Podemos plantear un modelo de programación lineal para optimizar la producción de los mapas, sin embargo, si lo intentamos resolver por el método gráfico sería muy difícil sino imposible hallar una solución. ¿qué podemos hacer con problemas que plantean más de dos mercancías y 2 restricciones? En este caso recurrimos a la poderosa herramienta conocida como método simplex.

2.5 EL MÉTODO SIMPLEX.

El método simplex puede ser sintetizado como un método algebraico sistemático que examina las esquinas (también llamadas vértices o puntos extremos) de un conjunto restringido de programación lineal en busca de una solución óptima²³.

El método simplex fue creado por George Dantzing a finales de la década de los cuarenta y desde entonces ha continuado su desarrollo en una gran variedad de aplicaciones.

Como se dijo anteriormente, requerimos de un método que se encuentre en armonía con las partes que conforman a un determinado problema, este método es un buen ejemplo de cómo se pueden aprovechar al máximo nuestros recursos disponibles y la variedad para la que puede ser utilizado.

Pero para que podamos comprender la metodología que se aplica en el método simplex, vamos a resolver un problema en el cual ya hemos definido nuestra función

²² vale la pena recordar los planteamientos de Bom-Bawerk, ya que el fue uno de los pioneros que resaltó la importancia del factor tiempo en la producción, y a partir de entonces se ha desarrollado la aplicación del tiempo en problemas económicos. Como veremos, el tiempo es parte importante dentro de los modelos de programación lineal y el método simplex.

²³ EPPEN GD. Investigación de operaciones en la ciencia administrativa. Prentice Hall. México. pág. 170

objetivo y las restricciones, y más adelante mostraremos un ejemplo en el cual se aplica dicho método.

2.5.1 DESARROLLO Y EJECUCIÓN DEL MÉTODO SIMPLEX.

Maximizar

$$Z = 2x_1 + 12x_2 + 8x_3 \longrightarrow \text{FUNCIÓN OBJETIVO}$$

S. a (Sujeto a:)

$$2x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 100$$

$$x_1 - 2x_2 + 5x_3 \leq 80$$

$$10x_1 + 5x_2 + 4x_3 \leq 300$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \geq 0$$

Se iguala a cero la función objetivo y se agregan 3 variables de holgura

$$-2x_1 - 12x_2 - 8x_3 + 0s_1 + 0s_2 + 0s_3 = 0$$

Se cambia el signo "menor o igual que" y se agrega la variable de holgura correspondiente

$$s_1 \quad 2x_1 + 2x_2 + x_3 + s_1 = 100$$

$$s_2 \quad x_1 - 2x_2 + 5x_3 + s_2 = 80$$

$$s_3 \quad 10x_1 + 5x_2 + 4x_3 + s_3 = 300$$

Se crea una tabla de la siguiente manera



Se elige la columna con mayor signo negativo

	Z	x ₁	x ₂	x ₃	s ₁	s ₂	s ₃	
	1	-2	-12	-8	0	0	0	0
s ₁	0	2	2	1	1	0	0	100
s ₂	0	1	-2	5	0	1	0	80
s ₃	0	10	5	4	0	0	1	300

Se elige el cociente menor, con signo positivo
 $\frac{100}{2} = 50$
 $\frac{80}{-2} = -40$
 $\frac{300}{5} = 60$

Se obtiene la columna y fila pivote, respectivamente se obtiene el pivote en este caso 2, el cual tiene que ser transformado a uno, esto se logra multiplicando esa fila por el recíproco del pivote.

$$\frac{1}{2} [0 \quad 2 \quad 2 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 100] \text{ fila } S_1$$

$$[0 \quad 1 \quad 1 \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{2} \quad 0 \quad 0 \quad 50] \text{ nueva fila}$$

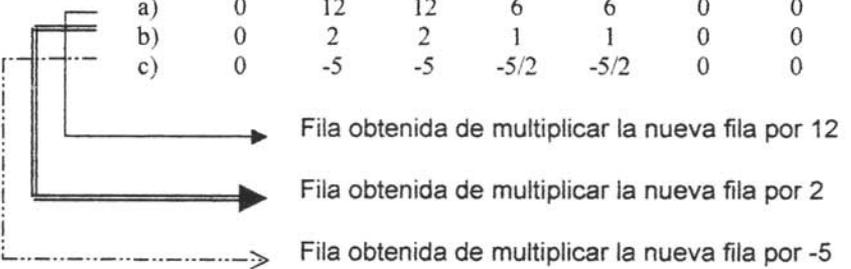
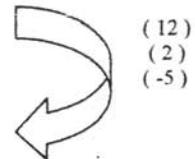
Se cambia s_1 por x_2 .

	Z	x_1	s_1	x_3	s_1	s_2	s_3	
	1	-2	-12	-8	0	0	0	0
x_2	0	1	1	1/2	1/2	0	0	50
s_2	0	1	-2	5	0	1	0	80
s_3	0	10	5	4	0	0	1	300

Posteriormente se multiplica la nueva fila por los elementos de la columna pivote pero cambiando el signo, excepto el pivote que cambiamos; en este caso 1.

Obteniendo de resultado lo siguiente.

	Z	x_1	s_1	x_3	s_1	s_2	s_3	
	1	-2	-12	-8	0	0	0	0
x_2	0	1	1	1/2	1/2	0	0	50
s_2	0	1	-2	5	0	1	0	80
s_3	0	10	5	4	0	0	1	300
a)	0	12	12	6	6	0	0	600
b)	0	2	2	1	1	0	0	100
c)	0	-5	-5	-5/2	-5/2	0	0	-250



Posteriormente se sumaran estas 3 nuevas filas. La fila de la función objetivo con la fila a); la fila s_2 con la fila b) y la fila s_3 con la fila c). De esta manera transformamos en ceros el resto de elementos de nuestra columna pivote.

Se obtendrá la siguiente tabla.

	Z	x_1	s_1	x_3	s_1	s_2	s_3	
	1	10	0	-2	6	0	0	600
x_2	0	1	1	1/2	1/2	0	0	50
S_2	0	3	0	6	1	1	0	180
S_3	0	5	0	3/2	-5/2	0	1	50

Se repetirá el anterior procedimiento hasta que no existan números negativos en la primera fila.

Se elige la columna con mayor signo negativo



	Z	x_1	s_1	x_3	s_1	s_2	s_3	
	1	10	0	-2	6	0	0	600
x_2	0	1	1	1/2	1/2	0	0	50
S_2	0	3	0	6	1	1	0	180
S_3	0	5	0	3/2	-5/2	0	1	50

Se elige el cociente menor, con signo positivo
 $600 / -2 = -300$
 $50 / 1/2 = 100$
 $180 / 6 = 30$
 $50 / 3/2 = 33.33$

Se obtiene la nueva columna y pivote, respectivamente el pivote que ahora es 6, el cual vamos a transformar en 1 multiplicando la fila s_2 por su recíproco en este caso $1/6$.

Se obtendrá esta nueva fila.

$$1/6 [0 \quad 3 \quad 0 \quad 6 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 180] \text{ fila } s_2$$

$$[0 \quad 1/2 \quad 0 \quad 1 \quad 1/6 \quad 1/6 \quad 0 \quad 30] \text{ nueva fila}$$

Se cambia s_2 por x_3 .



	Z	x_1	s_1	S_2	s_1	s_2	s_3	
	1	10	0	-2	6	0	0	600
x_2	0	1	1	1/2	1/2	0	0	50
x_3	0	1/2	0	1	1/6	1/6	0	30
S_3	0	5	0	3/2	-5/2	0	1	50

Posteriormente se multiplica la nueva fila por los elementos de la nueva columna pivote pero cambiando el signo, excepto el pivote que cambiamos en este caso 1.

Obteniendo de resultado lo siguiente.

	Z	x_1	s_1	S_2	s_1	s_2	s_3	
	1	10	0	-2	6	0	0	600
x_2	0	1	1	1/2	1/2	0	0	50
x_3	0	1/2	0	1	1/6	1/6	0	30
S_3	0	5	0	3/2	-5/2	0	1	50



(2)
(-1/2)
(-3/2)

a)	0	1	0	2	1/3	1/3	0	60
b)	0	-1/4	0	-1/2	-1/12	-1/2	0	-15
c)	0	-3/4	0	-3/2	-1/4	-1/4	0	-45

Fila obtenida de multiplicar la nueva fila por 2

Fila obtenida de multiplicar la nueva fila por $-1/2$

Fila obtenida de multiplicar la nueva fila por $-3/2$

Posteriormente se sumaran estas 3 nuevas filas. La fila de la función objetivo con la fila a); la fila x_2 con la fila b) y la fila s_3 con la fila c). De esta manera transformamos en ceros el resto de elementos de nuestra columna pivote.

Se obtendrá la siguiente tabla.

	Z	x_1	s_1	S_2	s_1	s_2	s_3	
	1	11	0	0	19/3	1/3	0	660
x_2	0	3/4	1	0	0	-1/2	0	35
x_3	0	1/2	0	1	1/6	1/6	0	30
S_3	0	17/4	0	0	-11/4	-1/4	1	5

Ya no hay signos negativos en la primera fila, hay que maximizar 660 produciendo 35 unidades de x_2 y 30 de x_3 .

Uno puede preguntarse ¿y esto de maximizar el 660 qué? , más adelante plantaremos un problema el cual se resuelve mediante este procedimiento, lo importante aquí es familiarizarse con este método para poder tener resultados que sean satisfactorios.

Después de haber explicado las características de la programación lineal, método gráfico, y método simplex, ya nos encontramos más familiarizados con los términos de recursos escasos y optimización. Ahora bien, prácticamente todas las personas disponen de un determinado ingreso y ellas mismas determinan la manera en que lo van a usar²⁴, supongamos que elaboramos vasos desechables para fiestas y hay varias tiendas que demandan nuestro producto, ésta claro que no siempre las tiendas estarán muy cerca del lugar donde hacemos nuestros vasos y que esto se ve reflejado en el costo de distribuirlos a las diferentes tiendas. Por citar otro ejemplo, al norte de la Cd. de México cerca de Cuautitlan Izcalli se encuentra una bodega de una conocida cadena de tiendas de auto-servicio, todas las empresas que venden sus productos en esta cadena (perfumes ,ropa, etc.) las mandan a dicha bodega y de allí se reparte a las distintas tiendas que están en la Cd. de México, para ello se dispone de cierto presupuesto, personal, vehículos, etc. y uno se puede preguntar ¿cuál es la mejor manera de transportar dichas mercancías a determinados puntos de la Cd.? podemos obtener la respuesta gracias a otro modelo de Investigación de Operaciones: nos referimos al Modelo de Transporte.

2.6 EL MODELO DE TRANSPORTE.

El modelo de transporte es un ejemplo importante de un problema de optimización de redes. Ha sido aplicado a algunos problemas de negocios, tales como el control y diseño de plantas fabricación, determinación de territorios de ventas, y localización de centros de distribución y almacenaje²⁵.

Podríamos decir que el modelo de transporte tuvo sus inicios con los planteamientos de Von Thünen, ya que fue quien resaltó la importancia del factor “LOCALIZACIÓN” y de igual forma que el factor tiempo planteado por Bom-Bawerk, la “localización” también

²⁴ aquí podemos mencionar el planteamiento de Gossen acerca de la maximización; “distribuir “algo” en varios usos”. En este caso el ingreso (ya sea alto o bajo) es un recurso del que disponemos.

se introdujo de manera importante como un elemento el cual debe ser considerado para problemas en el que el cálculo económico debe ser correcto y preciso.

La meta de un modelo de transporte es minimizar el costo total de envío de un producto (o productos) desde los puntos de existencia hasta los puntos de demanda bajo las siguientes restricciones:

- ◆ Cada punto de demanda recibe su requerimiento.
- ◆ Los embarques desde un punto de suministro (existencia) no exceden su capacidad disponible.

Para que tengamos una mejor comprensión, a continuación desarrollaremos un ejemplo.

Considérese el problema que enfrenta el departamento de transporte de una compañía que tiene tres plantas y cuatro almacenes regionales. Cada mes se dispone de una lista de los requerimientos de cada almacén y se conocen también las capacidades de producción de las plantas. Además, se conoce el costo de embarque de cada planta a cada almacén. El problema consiste en determinar que plantas deben abastecer a qué almacenes de manera que se minimicen los costos totales de transporte.

Debe notarse que este criterio de optimalidad es apropiado solamente cuando la capacidad total de las plantas es suficiente, en forma precisa, para satisfacer los requerimientos totales, es decir, cuando el problema se encuentra balanceado. Si la capacidad es insuficiente es necesario considerar, además de los costos de transporte, los costos de déficit en cada almacén. Si tenemos una capacidad excedida, es necesario considerar los costos de producción en cada planta.

De otra manera, podemos estar haciendo trabajar a plena capacidad una planta de alto costo, cuando los ahorros de producción en otra parte podrán más que balancear los altos cargos de transportación. Otra consideración práctica es la posibilidad de aumentar la

²⁵ Moskowitz Herbert. Investigación de operaciones. Prentice Hall. México. Pág. 426

capacidad en las plantas próximas a los mercados, utilizando tiempo extra. Esto puede dar como resultado costos de producción más altos, los cuales se balancean con los bajos cargos de transporte. Por lo tanto empezaremos con el caso más sencillo.

TABLA 2.6.1 problema de transporte

PLANTAS	ALMACENES				Cantidad disponible
	1	2	3	4	
1	19	30	50	10	7
2	70	30	40	60	9
3	40	8	70	20	18
Cantidad requerida	5	8	7	14	34

Consideremos que los costos de transporte entre dos ciudades cualquiera, son proporcionales a las cantidades embarcadas. Normalmente, esto está muy cerca de la verdad, previendo que los embarques no sean demasiado pequeños. Por ejemplo, si vamos a embarcar por ferrocarril, los embarques deben ser en cantidades que sean múltiplos de carros completos. Los cargos por tonelada para cantidades de menos de un carro serán bastante distintos.

Supóngase que las capacidades de las plantas, los requerimientos de los almacenes y los costos unitarios de transporte son los que se muestran en la tabla 2.6.1.

El primer paso en la solución de un problema así, es encontrar una asignación que sea factible; posteriormente haremos mejoras sucesivas hasta que ya no se puedan reducir los costos. Claramente si empezamos con una buena asignación, tendremos que hacer menos mejoras. Antes que discutamos un procedimiento para encontrar una buena asignación inicial, describiremos una técnica simple que siempre da una solución posible (por ejemplo una que satisfaga los requerimientos utilizando solamente los recursos disponibles), aun cuando pueda ser caro.

Hagamos que x_{ij} represente la cantidad embarcada desde la planta "i" al almacén "j", y que el costo unitario de dicho embarque sea c_{ij} . Los pasos se muestran en la tabla

2.6.2. comenzamos con la casilla 1,1 y encontramos que la mayor cantidad posible (x_{11}) es 5 porque es todo lo que el almacén 1 requiere. Hacemos esta asignación y procedemos con la casilla 1,2 porque no se requiere ninguna otra asignación en la columna 1. Lo más que podemos asignar en esta casilla es 2, porque es todo lo que queda de la capacidad de la planta 1 después que se hizo $x_{11} = 5$. Por lo tanto, hacemos $x_{12} = 2$. Ahora vamos a la casilla 2,2 porque el almacén 2 aun requiere 6 unidades. Asignamos este número en 2,2 ; por tanto hacemos $x_{22} = 6$. Ya hemos atendido al almacén 2 y procedemos a la casilla 2,3. Lo más que podemos asignar aquí son las 3 unidades que nos quedaron en la planta 2; de aquí hacemos $x_{23} = 3$. Debido a que el almacén 3 aún requiere 4 unidades, vamos a la casilla 3,3 y encontramos que podemos asignar las 4 unidades requeridas; hacemos $x_{33}=4$. Procedemos ahora a la casilla 3,4 y hacemos $x_{34} = 14$. El costo de la solución que se muestra en la tabla 2.6.2 es

$$5(19)+2(30)+6(30)+3(40)+4(70)+14(20) = 1015$$

TABLA 2.6.2 solución inicial factible al problema de la tabla 2.6.1

ALMACENES					
PLANTAS	1	2	3	4	Cantidad disponible
1	5(19)	2(30)			7
2		6(30)	3(40)		9
3			4(70)	14(20)	18
Cantidad requerida	5	8	7	14	34

Obviamente podemos obtener una mejor solución inicial factible utilizando el sentido común de la manera siguiente tabla (2.6.3). La entrada de menor costo en la tabla 2.6.2 se encuentra en la casilla 3,2; por tanto, empezamos en este punto y asignamos lo más posible, haciendo $x_{32} = 8$. El siguiente costo más bajo (10) está en 1,4 en donde otra vez asignamos tanto como podemos, haciendo $x_{14} = 7$. La siguiente entrada más baja (19) está en la casilla 1,1. Aquí no podemos hacer ninguna asignación porque la capacidad de la planta 1 se agoto en 1,4. Procedemos a la casilla 3,4 en donde lo más que podemos asignar es $x_{34} = 7$. Ahora hay dos casillas con entradas de 30: 1, 2 y 2,2, pero el almacén 2 ha recibido todo lo que requiere; por tanto, procedemos hacia la casilla 2,3 y hacemos $x_{23} = 7$. Continuando este proceso obtenemos los resultados que se muestran en la tabla 2.6.3. el costo total de la solución mencionada es

$$2(70)+3(40)+8(8)+7(40)+7(10)+7(20) = 814$$

TABLA 2.6.3 solución inicial factible mejorada

ALMACENES					
PLANTAS	1	2	3	4	Cantidad disponible
1				7(10)	7
2	2(70)		7(40)		9
3	3(40)	8(8)		7(20)	18
Cantidad requerida	5	8	7	14	34

Esto es, una reducción de 201 unidades en el costo comparado con el de la solución que aparece en la tabla 2.6.2. sin embargo, podemos avanzar otro poco. En el último procedimiento intentamos utilizar el menor costo, pero no siempre pudimos hacerlo. Consideremos que no pudiéramos hacer una asignación a la casilla 1,1, que tiene el segundo costo más bajo en la matriz. Es evidente que debemos hacer una asignación por lo menos en una casilla de cada renglón y en una por lo menos de cada columna. Por tanto, en el siguiente procedimiento examinaremos las multas asociadas con la no utilización del menor costo en cada renglón y columna. Las multas son las diferencias entre el menor costo en un renglón o columna y el segundo costo menor. Estas se muestran en tabla 2.6.4.

TABLA 2.6.4 multas asociadas con las segundas mejores asignaciones

ALMACENES						
PLANTAS	1	2	3	4	DISPONIBLE	MULTAS
1	19	30	50	10	7	9
2	70	30	40	60	19	10
3	40	8	70	20	18	12
Multas	5	8	7	14		
Requeridas	21	22	10	10		

Empezamos con la casilla que tenga la mayor multa, que es la 3,2, con un valor de 22, y asignamos lo más posible haciendo $x_{32} = 8$. En estas condiciones podemos eliminar la columna 2, lo cual da lugar a una reconsideración de las nuevas multas y a la corrección de la cantidad disponible en la planta 3. Los resultados se muestran en la tabla 2.6.5.

TABLA 2.6.5 matriz de multas con la primera reducción

ALMACENES					
PLANTAS	1	3	4	DISPONIBLE	MULTAS
1	19	50	10	7	9
2	70	40	60	19	10
3	40	70	20	18	12
Multas	5	7	14		
Requeridas	21	10	10		

La mayor multa (21) está asociada ahora con la casilla 1,1; por lo tanto asignamos aquí lo más posible, haciendo $x_{11} = 5$. Esto elimina la columna 1 y ahora necesitamos volver a calcular las multas de renglón y la cantidad disponible de la planta 1, de la manera como se muestra en la tabla 2.6.6.

TABLA 2.6.6 Matriz de multas con la 2da reducción.

ALMACENES				
PLANTAS	3	4	DISPONIBLE	MULTAS
1	50	10	2	40
2	40	60	9	20
3	70	20	10	50
Multas	7	14		
Requeridas	10	10		

La mayor multa (50) ahora está asociada con 3,4; por tanto, hacemos $x_{34} = 10$ y reducimos y ajustamos la matriz en la forma en que se ve en la tabla 2.6.7.

TABLA 2.6.7 Matriz de multas con la 3ra reducción.

ALMACENES				
PLANTAS	3	4	DISPONIBLE	MULTAS
1	50	10	2	40
2	40	60	9	20
Multas Requeridas	7 10	4 50		

La siguiente mayor multa (50 está asociada con 1,4; por tanto, hacemos $x_{14} = 2$. Esto nos deja con solamente la planta 2 con 9 unidades disponibles. Y los almacenes 3 y 4 que requieren 7 y 2 unidades, respectivamente. Por tanto hacemos $x_{23} = 7$ y $x_{24} = 2$. La asignación inicial posible que resulta se ve en la tabla 2.6.8 e implica un costo de:

$$5(19)+8(8)+7(40)+2(10)+2(60)+10(20) = 779$$

que es menor en 35 unidades de la solución inicial factible anterior.

TABLA 2.6.8 una solución inicial factible con mayor mejoría.

ALMACENES					
PLANTAS	1	2	3	4	disponible
1	5(19)			2(10)	7
2			7(40)	2(60)	9
3		8(8)		10(20)	18
Requerido	5	8	7	14	

2.6.1 DETERMINACIÓN DE UNA SOLUCIÓN ÓPTIMA.

Aun cuando la solución que se muestra en la tabla 2.6.8 no es la mejor posible, el procedimiento con el que se obtuvo produce, a veces, una solución óptima. Para determinar si una solución posible minimiza los costos, debemos conocer cómo pueden afectarse éstos si asignásemos una unidad utilizando un par origen-destino por ejemplo (planta-almacén)

que no se ha utilizado en la primera solución. Para ver cómo puede hacerse, empezamos con la solución de la tabla 2.6.3. Esta solución y los datos pertinentes aparecen en la tabla 2.6.9.

TABLA 2.6.9 solución inicial factible al problema de la tabla 2.6.3

PLANTAS	ALMACENES				disponible
	1	2	3	4	
1	(19)	(30)	(50)	7(10)	7
2	2(70)	(30)	7(40)	(60)	9
3	3(40)	8(8)	(70)	7(20)	18
Requerido	5	8	7	14	

Supongamos que deseamos embarcar una unidad de la planta 1 al almacén 1. Por tanto, tenemos que restar una unidad de 1,4 para mantener el total del renglón igual, es decir hacemos $x_{14} = 6$. La unidad eliminada de 1,4 tendrá que moverse a otra casilla en la solución: a 3,4 haciendo $x_{34} = 8$. Ahora debemos quitar una unidad del renglón 3 y, si es posible, ponerla en 1,1 haciendo $x_{31} = 2$. El cambio neto en el costo, que representamos por d_{11} es igual a

$$d_{11} = c_{11} - c_{14} + c_{34} - c_{31} = 19 - 10 + 20 - 40 = -11.$$

Denominamos $d_{11} = -11$ a la evaluación de la casilla 1,1. Esta evaluación nos muestra que podemos ahorrar 11 unidades de costo por cada unidad que asignamos a 1,1. Pero antes de que hagamos esa asignación, debemos evaluar cada una de las casillas vacías. Las evaluaciones son como sigue:

$$\begin{aligned} d_{12} &= c_{12} - c_{14} + c_{34} - c_{32} = 32 \\ d_{13} &= c_{13} - c_{14} + c_{34} - c_{31} + c_{21} - c_{23} = 50 \\ d_{22} &= c_{22} - c_{21} + c_{31} - c_{32} = -8 \\ d_{24} &= c_{24} - c_{21} + c_{31} - c_{34} = 10 \\ d_{33} &= c_{33} - c_{31} + c_{21} - c_{23} = 60 \end{aligned}$$

A partir de estos resultados es evidente que aun podemos mejorar al reasignar hacia 1,1 ó 2,2, pero lo que nos ayudaría más sería el uso de 1,1. El mayor número de unidades que podemos mover a 1,1 es de 3 desde 3,1. Para hacerlo debemos mover 3 unidades de 1,4 a 3,4. Los resultados, de hacerlo así, se muestran en la tabla 2.6.10. El ahorro neto obtenido es $3(11) = 33$.

TABLA 2.6.10 solución mejorada

PLANTAS	ALMACENES				disponible
	1	2	3	4	
1	3(19)	(30)	(50)	4(10)	7
2	2(70)	(30)	7(40)	(60)	
3	(40)	8(8)	(70)	10(20)	
Requerido	5	8	7	14	

Ahora debemos de reevaluar cada una de las casillas vacías. Los resultados son como siguen:

$$d_{12} = c_{12} - c_{14} + c_{34} - c_{32} = 32$$

$$d_{13} = c_{13} - c_{11} + c_{21} - c_{23} = 61$$

$$d_{22} = c_{22} - c_{21} + c_{11} - c_{14} + c_{34} - c_{32} = -19$$

$$d_{24} = c_{24} - c_{21} + c_{11} - c_{14} = -1$$

$$d_{31} = c_{31} - c_{34} + c_{14} - c_{11} = 11$$

$$d_{33} = c_{33} - c_{34} + c_{14} - c_{11} + c_{21} - c_{23} = 71$$

Dado que aún es posible economizar en 2,2 y 2,4 tomamos el mayor y reasignamos. Lo más que podemos mover a 2,2 está determinado por lo que podemos sacar del renglón 2 hacia una casilla de solución, que es 2 de 2,1. El resultado de hacerlo se muestra en la tabla 2.6.11. el ahorro neto es $2(19) = 38$.

TABLA 2.6.11 solución óptima al problema de la tabla 2.6.1

PLANTAS	ALMACENES				disponible
	1	2	3	4	
1	5(19)	(30)	(50)	2(10)	
2	(70)	2(30)	7(40)	(60)	9
3	(40)	6(8)	(70)	12(20)	18
Requerido	5	8	7	14	

Una vez más debemos reevaluar las casillas vacías. Los resultados son:

$$d_{12} = c_{12} - c_{14} + c_{34} - c_{32} = 21$$

$$d_{13} = c_{13} - c_{14} + c_{34} - c_{32} + c_{22} - c_{23} = 50$$

$$d_{21} = c_{21} - c_{22} + c_{32} - c_{34} + c_{14} - c_{11} = 11$$

$$d_{24} = c_{24} - c_{22} + c_{32} - c_{34} = 18$$

$$d_{31} = c_{31} - c_{34} + c_{14} - c_{11} = 11$$

$$d_{33} = c_{33} - c_{32} + c_{22} - c_{23} = 52$$

Puesto que ya no es posible obtener mejoras adicionales (debido a la ausencia de cualquier reducción neta posible de costos), la solución que se muestra en la tabla 2.6.11 es óptima. Su costo es

$$5(19)+2(30)+6(8)+7(40)+2(10)+12(20)=743$$

lo cual significa un mejoramiento de 36 unidades sobre la mejor solución inicial que obtuvimos previamente (tabla 2.6.8).

Si en la etapa óptima algunas de las evaluaciones de las casillas son iguales a cero, consideramos que existen soluciones óptimas alternativas. Las reasignaciones en dichas casillas la producirán un:

2.6.2 PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO PARA EVALUAR CASILLAS.

El cálculo de todos los valores por el procedimiento descrito puede ser tan complicado y tedioso en problemas grandes, debido a que los costos que van a adicionarse o sustraerse no siempre son evidentes. Existe un procedimiento alternativo que a veces es más rápido y sencillo. Utilizaremos como ejemplo un argumento intuitivo.

TABLA 2.6.12

	1	2	disponible
1	1(10)	1(20)	2
2	(50)	1(40)	1
Requerido	1	2	

Considérese la transportación “miniatura” y su solución mostrada en la tabla 2.6.12. La evaluación de la casilla 2.1 es:

$$d_{21} = c_{21} - c_{22} + c_{12} - c_{11} = 50 - 40 + 20 - 10 = 20$$

Si pudiéramos reducir los coeficientes c_{22} , c_{12} , y c_{11} que aparecen en la solución de manera que fuesen igual a cero, aunque tengamos que ajustar c_{21} en el proceso, la evaluación se simplificaría considerablemente. Supóngase que procedemos de la manera siguiente. Para reducir $c_{11}=10$ a 0, restamos 10 de los coeficientes de la columna 1:

	1	2
1	0	20
2	40	40

Restado 10

Para reducir el 20 del 1, 1 a cero, restamos 20 de la columna 2:

	1	2
1	0	0
2	40	20

Restado 10 20

Finalmente para reducir el 20 de 2, 2, restamos 20 del renglón 2:

		restado
0	0	0
20	0	20

Restado 10 20

Nótese que el nuevo valor en 2.1 es igual a d_{21} . Además, para obtener el coeficiente original en cualquier casilla, solamente necesitamos adicionar la cantidad restada de su columna y renglón a la cantidad en cualquier casilla.

Utilicemos ahora el procedimiento en una escala mayor considerando nuevamente la solución inicial posible que apareció en la tabla 2.6.3, para el problema que se muestra en la tabla 2.6.1. Las cantidades que pueden reducirse a cero, al sustraer de cada renglón y cada columna los coeficientes en las casilla de solución, se muestran en la tabla 2.6.13.

TABLA 2.6.13 reducción a cero de los coeficientes de las casillas de solución.

ALMACENES					
PLANTAS	1	2	3	4	Restado
1	(19)	(30)	(50)	7(10)	-10(7)
2	2(70)	(30)	7(40)	(60)	30(4)
3	3(40)	8(8)	(70)	7(20)	0(2)
Restado	40(3)	8(1)	10(5)	20(6)	

Los paréntesis junto a las cantidades restadas indican el orden en el cual fueron obtenidas. Hay más de un grupo de cantidades restadas que reducirán los coeficientes en las casilla de solución a cero. Otro grupo se muestra en la tabla 2.6.14.

TABLA 2.6.14 forma alternativa para reducir a cero los coeficientes de las casilla de solución.

ALMACENES					
PLANTAS	1	2	3	4	Restado
1	(19)	(30)	(50)	7(10)	0(2)
2	2(70)	(30)	7(40)	(60)	40(6)
3	3(40)	8(8)	(70)	7(20)	10(3)
Restado	30(5)	-2(4)	0(7)	10(1)	

Las evaluaciones de las casilla vacías que resultan de utilizar la tabla 2.6.14 se muestran en la tabla 2.6.15. estas evaluaciones son las mismas que las obtenidas por el otro procedimiento que partió de la tabla 2.6.10. ahora se hace una reasignación a la casilla 1,1 y se recalculan las cantidades que van a sustraerse para reducir los coeficientes de la casilla de solución. El proceso se continúa hasta que ya no haya más valores negativos en cualquier casilla.

TABLA 2.6.15 evaluación de casillas producidas por la tabla 2.6.14.

ALMACENES					
PLANTAS	1	2	3	4	Restado
1	-11	32	50	0	0
2	0	-8	0	10	40
3	0	0	60	0	10
Restado	30	-2	0	10	

Podemos observar como los modelos de investigación de operaciones son auxiliares importantes para diversas actividades, por lo tanto podríamos definir a la Investigación de Operaciones como un tipo de investigación que auxilia a aquellos niveles o personas donde se requiere de la toma de decisiones, basándose en modelos generalmente matemáticos mostrando en términos cuantitativos, elementos y bases para una mejor decisión.

En conclusión, nos encontramos que es muy importante tener en cuenta los diferentes planteamientos sobre maximización, asignación de recursos y utilidad, ya que de esta forma se comprende de una mejor manera los modelos que se presentaron años después para enfrentar las situaciones que cada uno de estos temas presentan.

También hay que tener en cuenta las cantidades que se pueden producir con los insumos que tenemos disponibles, de esta forma no nos comprometemos a elaborar cantidades que no vamos a poder entregar, la frontera de posibilidades de producción nos muestra un amplio panorama sobre esta situación en particular.

En nuestro país, tanto productores como consumidores deben ser cuidadosos en las cantidades que producen y consumen, la programación lineal ha demostrado que es una herramienta muy útil para cualquier tipo de unidad económica, claro, siempre y cuando se tenga el conocimiento de esta y sus diferentes herramientas.

Sin embargo encontramos la desventaja del método gráfico, el cual prácticamente funciona para problemas que solo presentan 2 variables (en la vida real es difícil encontrar una situación así) motivo por el cual presentamos otra herramienta con la que este problema puede ser resuelto, ya que el método simplex resuelve esta situación y al igual que la programación lineal la pueden ocupar un número importantes de organismos, ya sean pequeñas, medianas, grandes empresas, personas y familias en general, claro, nuevamente se deben de contar con los conocimientos necesarios para poder aplicarlo.

En muchas ocasiones la ubicación representa un “obstáculo” para el buen funcionamiento de nuestras actividades y se ve reflejado en pérdidas, o dicho de otra forma, se obtienen resultados negativos.

El modelo de transporte presenta una herramienta útil para resolver problemas con este tipo de característica.

Ahora que hemos explicado los modelos de investigación de operaciones debemos de hacer la aclaración de que estos son los más utilizados, existen otros como el método de montecarlo, y el modelo de asignación, sin embargo son muy similares a los que acabamos de explicar y sobre todo, estos son los de mayor aplicación, algunos con sus limitaciones (por ejemplo el método gráfico que solo puede resolver problemas con variables limitadas), pero que es una base importante en los modelos de investigación de operaciones.

En el siguiente capítulo retomaremos partes del análisis microeconómico y lo conjugaremos con las herramientas de la investigación de operaciones, para mostrar resultados en los cuales los economistas son los únicos que pueden interpretar y en algunos casos mejorar.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS MICROECONÓMICO
APOYADO CON MODELOS DE
INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

INTRODUCCIÓN.

Una vez que hemos llegado a esta parte, contamos con conocimientos sobre los conceptos que integran el análisis microeconómico (oferta, demanda, elasticidades, etc.), la forma en que funcionan y ejemplos de ellos.

También conocemos las diferentes teorías que explican el origen y funcionamiento de diferentes problemas propios de la microeconomía (como asignación de recursos, maximización de utilidad, entre otros), la forma en que se han ido desarrollando y los problemas y errores que presentaron en su momento.

Analizando detalladamente los modelos de Investigación de Operaciones (Programación Lineal, Método Simplex, y el Modelo de Transporte), podemos observar la gran capacidad de respuesta que éstos tienen para afrontar una serie de problemas que no necesariamente son de organismos transnacionales por así decirlo, sino que, sabiéndolos utilizar, resolverán problemas inclusive para personas “comunes y corrientes”.

Cada vez nos vamos acercando más a la realidad que se ve en la vida cotidiana, sin embargo hay que recordar que en nuestro país se carece de una cultura que tome de apoyo todo lo que hemos visto en los capítulos anteriores y es por eso que en esta parte pondremos los ejemplos de cómo se pueden ocupar los modelos de Investigación de Operaciones partiendo de la base de un buen análisis microeconómico.

3.1 PROBLEMÁTICA ACTUAL.

La situación que vivimos actualmente en nuestro país no es la que todos quisieramos, hay una gran cantidad de desempleo, los salarios son bajos y como hemos mencionado, *la mala toma de decisiones* ha traído consigo resultados negativos.

En el sector público por ejemplo podemos observar que gran parte de los equipos que utilizan, no se encuentran en las mejores condiciones, por ejemplo en la SSP (Secretaría de Seguridad Pública) constantemente se ven patrullas sin faros, sin sirenas, las puertas no cierran, etc. O en algunas oficinas que pertenecen al gobierno, se siguen

ocupando maquinas de escribir mecánicas, de hecho si funcionaran bien no habria tanto problema pero en repetidas ocasiones les falla una o dos teclas, y no se hable de la mala atención que se da al público.

Respecto de los equipos en mal estado, es bien conocido que el gobierno destina un determinado presupuesto para sus dependencias, en ocasiones el problema viene desde aquí, hay que admitir que algunas Secretarías necesitan más presupuesto que otras para su buen funcionamiento y posterior desarrollo, sin embargo a veces no funciona así. Desde aquí ya hay una mala asignación de recursos.

En cuanto a la atención al público que se brinda en estos organismos es una cuestión que tiene que ver mucho con la burocracia que impera en nuestro país ya que no es así en todos, tomemos como ejemplo Japón, aquí dar de alta un nuevo negocio en su fisco tarda 2 días cuando máximo, en México a veces tardan 15 días o un mes en el mejor de los casos. Sin embargo en Japón se sanciona fuertemente a los funcionarios que hacen mal su trabajo, pero a final de cuentas en México se traduce esta situación en mala imagen para las dependencias de gobierno.

Sin hechamos un vistazo a los organismos de carácter privado la situación no es exactamente igual pero si parecida.

Efectivamente, en algunas empresas el equipo también se encuentra en malas condiciones sin embargo, es en menor cantidad ya que como aquí interviene un capital privado, al dueño de este capital no le convendría incurrir en pérdidas debido al mal estado de su equipo, mientras que en el sector público la misma burocracia permite que no haya un responsable directo ya que todos “se echan” la responsabilidad los unos a los otros.

En cuanto a la atención al público en el caso del sector privado es diferente, aquí al público lo denominan clientes, y los empresarios no pueden darse el lujo de dar una mala atención ya que en la iniciativa privada la competencia es más fuerte y como hemos explicado anteriormente, es raro que exista un monopolio en la iniciativa privada, por tal

motivo si la atención o calidad es mala se puede optar por buscar otro proveedor del bien o servicio que demandan los clientes.

Sin embargo en el sector privado en ocasiones se dan muchas responsabilidades a una sola persona lo cual provoca que, de las diversas actividades que va a realizar, solamente algunas se lleven bien en su totalidad, y si bien hay equipos o algún otro factor que se encuentre defectuoso, puede darse un caso un poco diferente, es decir, que algún otro factor no se esté aprovechando al máximo y esto también nos lleva a resultados negativos.

También hay que aclarar que esta problemática no es igual en todos lados, hay organismos que funcionan muy bien gracias a sus políticas laborales, productivas, etc.

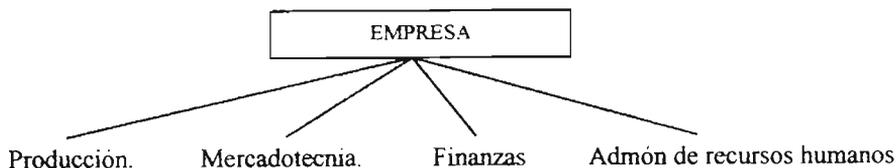
Por ejemplo, en varias empresas se ha optado por realizar todos los procesos de producción de un determinado producto en un sólo lugar, sin tener que recurrir a otros sitios donde hagan parte de la producción.

Tomemos como ejemplo la fabricación de libros, uno ya terminado tiene una pasta con una determinada impresión, las hojas están unidas entre si y en ocasiones hasta se encuentran empaquetados en bolsitas. La mayoría de las casas editoriales cuentan con la maquinaria y equipo necesarios para la elaboración de los libros (empastado, empaquetado, impresión, etc.).

Al hablar de un servicio ocurre algo similar, por ejemplo, TELMEX ofrece una gama de servicios en comunicaciones, que van desde larga distancia, acceso a internet, identificador de llamadas, etc.. Todos estos servicios se ofrecen dentro de la misma organización.

Por el momento para poder ejemplificar todo esto, vamos a hacer el análisis a manera de empresa, (esto con la finalidad de que se pueda ilustrar más fácil), este tipo de organismo contiene una estructura que le permite ofrecer “algo” a cierto tipo de

consumidor. Para que éste funcione correctamente, las partes que lo integran deben de estar en armonía todas entre sí¹, de lo contrario habrá resultados poco alentadores.



NOTA: No todas las empresas cuentan con las áreas que muestra el diagrama, pero para nuestro objetivo el cual es ilustrar, es más factible que aparezcan.

Como podemos observar, las partes que integran a la empresa tienen diferentes actividades y cada una tiene a su cargo personal, equipo y una persona responsable del buen funcionamiento de cada área, pero todas forman un “todo” y si alguna presenta una falla, puede afectar a las demás áreas.

La producción en grupo puede ser costosa debido a los incentivos que hay en la producción en grupo para eludir la responsabilidad.

Este es un problema muy grave ya que en ocasiones desde la escuela se observa este tipo de comportamiento (alguien trabaja más que otra persona y alguien menos).

Sin embargo cuando hay un buen trabajo en equipo y cada quien se ocupa de sus actividades al “ritmo” apropiado, los problemas que se pueden presentar disminuyen considerablemente.

Desafortunadamente otro problema al que se enfrentan algunas empresas en México es que a alguno o algunos de sus directivos se les asigna más responsabilidades de las que les corresponden, y es así que en la actualidad los directivos desempeñan una multitud de tareas:

¹ Algo similar a nuestro diagrama presentado en el capítulo anterior

- ◆ Adquisición de factores productivos.
- ◆ Fijar niveles de producción.
- ◆ Decidir precios de venta.
- ◆ Establecimiento de plantas.
- ◆ Asignación de fondos a investigación y desarrollo.

Los directivos tienen frecuentemente una serie de opciones para cada una de las situaciones que acabamos de mencionar, sin embargo, debido a que son varias actividades, el directivo podría tomar una mala decisión para alguna de ellas, lo cual es malo para la organización.

Con esto podemos llegar a una serie de conclusiones; Para el buen funcionamiento de una empresa debe existir:

1. Armonía o buen trabajo en equipo.
2. Buena toma de decisiones por parte de los directivos.

Es obvio que en la empresa se desarrollan muchas actividades, pero de manera muy general los 2 puntos anteriores engloban a muchas actividades dentro de la empresa.

Ahora bien, estos factores son propios de la empresa, pero para que una empresa tenga éxito tiene que tomar en cuenta a los demandantes de sus bienes o servicios.

Para que la actividad económica de las empresas sea efectiva, debe satisfacer las demandas de los consumidores. Una de las razones por las cuales las empresas existen es para proporcionar algo que los consumidores desean².

Ha llegado el momento de retomar un tema primordial de nuestro trabajo, **La Maximización de los Beneficios**, para lograrlo necesitamos de ciertos conocimientos de conceptos microeconómicos (vistos en el 1er capítulo) y de herramientas para apoyarlos (vistos en el 2do capítulo), pero la gran incógnita es ¿CÓMO?.

² BLAIR ROGER. Microeconomía con aplicaciones a la empresa. Mc Graw Hill. México. Pág. 5

A continuación veremos situaciones fundamentadas en las que las herramientas del análisis microeconómico toman forma y pueden ser apoyados con los modelos de investigación de operaciones.

3.2 IMPORTANCIA DE LA CLASIFICACIÓN.

Una situación (por no decir queja) que escuchamos todos los días es “ESTÁ MUY CARO” y si bien eso que “está muy caro” no es muy necesario para continuar con nuestra vida, simple y sencillamente no lo compramos, pero si por ejemplo ese “algo” es una medicina que necesitamos para que nuestras piernas funcionen, definitivamente veremos de que manera la conseguiremos³.

Para el funcionamiento de las empresas ocurre algo similar, como ya mencionamos anteriormente todos en determinado momento nos comportamos como consumidores o productores, cualquier empresa requiere de ciertos insumos en cierta cantidad para poder producir, sin embargo no todos los insumos que necesitan tienen que ser de determinada marca o tienen que ser comprados en alguna tienda exclusiva, por el contrario, los empresarios siempre buscarán la forma de disminuir sus costos en general para obtener un ingreso más alto por el concepto de producción de sus bienes o servicios que producen. Por eso es importante tener bien definido en donde estamos y a donde queremos llegar y para lograr esto hay que tener en cuenta como se clasifican los bienes, esto con la finalidad de auxiliarnos para tener un buen aprovechamiento de los bienes que tenemos, los que necesitamos y la calidad de nuestros bienes y servicios que producimos.

Es por este motivo que debemos prestar especial atención a la clasificación de los bienes, algunos son realmente necesarios y otros no, la forma en que consumimos algunos de ellos tiene una relación muy estrecha con el ingreso y otros no, por tal motivo presentamos definiciones y explicaciones de los diferentes tipos de bienes que existen.

³ esto nos hace recordar un poco los planteamientos de la teoría de la utilidad expuesta por Jevons, sobre lo que estaríamos dispuestos a hacer para conseguir algo que nos es útil.

3.2.1 BIENES NORMALES E INFERIORES.

Se dice que un bien es normal cuando su demanda aumenta al mismo tiempo que aumenta el ingreso, de igual forma disminuye su demanda cuando el ingreso lo hace también⁴. Cuando un bien es normal, la cantidad demandada siempre varía de la misma forma que la renta.

Por otra parte, cuando un incremento en el ingreso da lugar a una reducción del consumo de un bien se está hablando de un bien inferior. Hay muchos bienes cuya demanda disminuye cuando aumenta más el ingreso; por ejemplo los frijoles, la mortadela, y casi todos los bienes de baja calidad⁵.

Si bien un aumento en los ingresos ya sea por una minimización de costos o un incremento en ventas nos haría cambiar los elementos de baja calidad, los empresarios piensan constantemente en equipo tecnológico, por ejemplo, se podría comprar una computadora de "marca" (Sony, Compaq, por citar algunas marcas) para dejar de ocupar una que sea genérica, esto ya que gracias a sus componentes contribuyen a la mejora en el proceso productivo, por ejemplo los componentes de una computadora genérica tienden a averiarse más rápido que una de marca, lo que significa que mientras se repara y se consiguen las partes que se necesitan para echar a andar la maquina de nuevo, nuestra producción se verá paralizada, lo que se refleja en perdidas para la empresa. Con una computadora de marca es más difícil que esto ocurra y en ocasiones al contar con la póliza de garantía, los costos en que se incurrirían para la reparación ya estarían absorbidos.

Tenemos que reiterar que una computadora genérica no es mala, pero definitivamente una de marca es superior a la genérica y a largo plazo nos beneficiará notablemente contar con este tipo de bien.

⁴ VARIAN HALL. Microeconomía intermedia. A. Bosch. Barcelona. Pág. 100

⁵ al hablar de baja calidad no queremos decir que dichos bienes sean un mal

3.2.2 BIENES ORDINARIOS Y BIENES GIFFEN.

Veamos ahora que ocurre cuando varían los precios. supongamos que bajamos el precio del bien 1 y mantenemos fijo el precio del bien 2 y la renta monetaria. ¿qué puede suceder con la cantidad demandada del bien 1?. La intuición nos dice que debe aumentar cuando baja su precio. Como se muestra en la figura 3.1, éste es de hecho el caso ordinario.

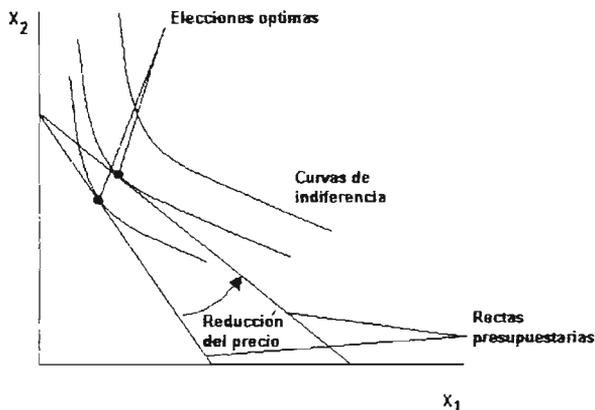


Fig. 3.1 Bien ordinario. La fig. muestra que ordinariamente la demanda de un bien aumenta cuando baja su precio

Cuando baja el precio del bien 1, la recta presupuestaria se vuelve más horizontal; en otras palabras, la ordenada en el origen es fija y la abscisa en el origen se desplaza hacia la derecha. En la figura 3.1, la elección óptima del bien 1 se desplaza también hacia la derecha : aumenta la cantidad demandada del bien 1. Pero cabría preguntarse si siempre sucede lo mismo. ¿debe aumentar siempre la demanda de un bien cuando baja su precio, cualquiera que sea el tipo de preferencias del consumidor?. La respuesta es no. Desde el punto de vista lógico, es posible encontrar preferencias regulares en las que la reducción del precio del bien 1 provoque una reducción de su demanda. Este bien se llama Giffen⁶. La figura 3.2 muestra un ejemplo.

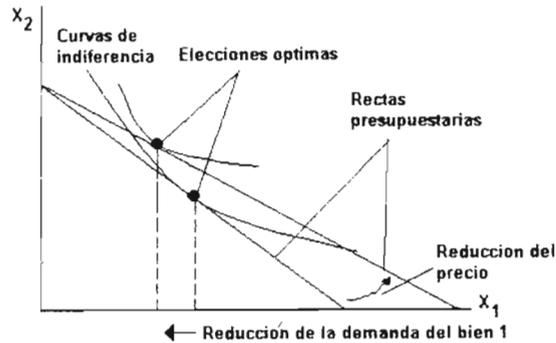


Fig. 3.2 Bien Giffen. El bien 1 es un bien Giffen, ya que cuando baja su precio disminuye su demanda

¿Qué pasa en este caso desde el punto de vista económico? ¿qué tipo de preferencias podría dar lugar a la peculiar conducta representada en la figura 3.2?. En este caso podrían darse situaciones interesantes. Como mencionamos, la lógica nos diría que si disminuye el precio de un bien permaneciendo el ingreso y los precios de otros bienes constantes demandaríamos más del bien que disminuyó su precio. Sin embargo también deberíamos preguntarnos ¿por qué disminuyó el precio?, tal vez sea por los precios de la competencia o en el peor de los casos mala calidad.

Hace varios años una televisora del país contaba con un proveedor de cintas formato Super Betamax, dicho proveedor disminuyó el precio de dicho producto, sin embargo este producto bajo considerablemente de calidad debido de a que contenía demasiado polvo magnético y estaba averiando los equipos lo cual, por más que bajaron su precio, la demanda a la baja de este producto también se hizo notar.

Por lo tanto, la variación del precio es en cierto sentido como una variación del ingreso. Incluso aunque el ingreso monetario permanezca constante, una variación del precio de un bien altera el poder adquisitivo y, por lo tanto, la demanda.

⁶ se le denomina así en honor al economista del siglo XIX Sir Robert Giffen, que señaló por primera vez esta posibilidad.

Así pues, el bien Giffen no es inverosímil desde el punto de vista puramente lógico, aunque es improbable en la conducta del mundo real. La mayoría de los bienes son ordinarios, lo que quiere decir que cuando sube su precio, desciende su demanda.

3.2.3 BIENES SUSTITUTIVOS Y COMPLEMENTARIOS.

Como es del conocimiento general, un sustituto no es lo mismo que un complemento; para una mejor comprensión de esto explicaremos primero los bienes sustitutivos.

Tomemos por ejemplo el uso de plumas de tinta negra y tinta azul, se les puede considerar sustitutivos perfectos si a la persona que los utiliza le es indiferente el color. Sin embargo ¿qué ocurre cuando los bienes son lápices y plumas?. Se trata de un caso de sustitutivos imperfectos, es decir, las plumas y los lápices son, hasta cierto punto sustitutivos, aunque no tan perfectos como las plumas de tinta negra y azul.

En las empresas se pueden presentar casos similares, por ejemplo, hace tiempo una compañía productora de discos musicales se enfrentó a la problemática de los Cd's piratas, motivo por el cual sus ventas se vieron seriamente afectadas debido a que los precios que se ofrecían en el mercado informal eran demasiado bajos en comparación con los discos que ellas producían, por tal motivo tuvieron que entrar en negociaciones con los representantes artísticos para disminuir sus precios de venta, sin embargo existía la manera de disminuir los costos en materiales de producción que si bien no eran iguales que los que normalmente se utilizaban, sí servían de igual forma.

Para empezar sacaron varios paquetes de cartón el cual sustituía al plástico el cual era de un precio más alto, y que a final de cuentas solamente servía para almacenar y proteger los discos, a los consumidores del producto no les afectó considerablemente que los discos se presentaran en un empaque diferente, y sí aumentaron el consumo de éstos ya que hubo una disminución en el precio.

Definitivamente se encontró un bien sustitutivo, ya que también resultaba más barato imprimir en el cartón que en el plástico, lo cual contribuyó también a una disminución de los costos tomando en cuenta este tipo de bien.

Al hablar de los bienes complementarios también nos encontramos con algunos casos que pueden ser interesantes. Tomemos como ejemplo el uso de los zapatos, tanto los del pie izquierdo como los del derecho son complementarios perfectos⁷. Pero ¿qué ocurre si los bienes son un par de zapatos y un par de calcetines?. Los zapatos del pie derecho y los del izquierdo casi siempre se consumen juntos, y los zapatos y los calcetines *normalmente* se consumen juntos. Los bienes complementarios son aquellos que, como los zapatos y los calcetines, tienden a consumirse juntos, pero no siempre⁸.

Desde el punto de vista empresarial resulta conveniente contar con personas que tengan conocimientos básicos en el ramo de la producción sea cual sea el producto que se elabora. Por ejemplo, si una empresa se dedica al revelado de fotografía no le sirve de nada contar con la maquina reveladora si ésta no contiene la película reveladora. tiene que tener ambas, sin embargo podría haber personas “ventajosas” que ofrezcan vender esta maquina sin hacer la aclaración de que necesitan la película para que pueda funcionar, alguien que tiene los conocimientos de fotografía básica lo sabe, por tal motivo hay que darle importancia a los bienes complementarios ya que sin estos se puede ver mermada la producción del algún bien o servicio.

Ahora bien, hay que tomar en cuenta algunas consideraciones importantes, por ejemplo, hay que recordar que normalmente la función de demanda del bien 1 es una función del precio tanto del bien 1 como del 2, por lo que la expresamos de la manera siguiente; $X_1(p_1, p_2, m)$. Podemos preguntarnos cómo varía la demanda cuando varía el precio del bien 2: ¿aumenta o disminuye?.

⁷ un bien complementario perfecto es aquel que el consumidor siempre consume en la misma cantidad que el otro, el ejemplo de los zapatos es uno de los mejores, ya que alguien no puede ir a comprar 2 izquierdos o 2 derechos, siempre necesita uno de cada uno

⁸ un ejemplo de esto puede ser el café y el te, por lo regular van disueltos junto con el azúcar aunque hay gente que los consume sin ella

Si la demanda del bien 1 aumenta cuando sube el precio del bien 2, decimos que el bien 1 es un sustitutivo del 2. Utilizando tasas de variación, el bien 1 es un sustitutivo del 2 si:

$$\frac{\Delta x_1}{\Delta p_2} > 0$$

es decir, cuando el bien 2 se encarece, el consumidor recurre al 1: dicho de otra forma sustituye el consumo del bien más caro por el del más barato.

En cambio, si la demanda del bien 1 disminuye cuando sube el precio del 2, decimos que el bien 1 es un complementario del 2, lo que significa que:

$$\frac{\Delta x_1}{\Delta p_2} < 0$$

los complementarios son bienes que se consumen juntos, (como habíamos mencionado el café y el azúcar), por lo que cuando sube el precio de uno de ellos, tiende a disminuir el consumo de los dos.

Los casos de los sustitutos perfectos y los complementarios perfectos son buenos ejemplos de lo que acabamos de decir. Obsérvese que $\Delta x_1/\Delta p_2$ es positivo (o cero) cuando los bienes son sustitutos perfectos y es negativo cuando los bienes son complementarios perfectos.

Resulta conveniente hacer dos advertencias sobre estos conceptos. En primer lugar, el caso de dos bienes que son complementarios o sustitutos es bastante especial. Dado que el ingreso se mantiene fijo, si gastamos más dinero en el bien 1, tenemos que gastar menos en el 2, lo que impone algunas restricciones a los tipos de conducta posibles. Cuando hay más de dos bienes, estas restricciones no plantean tantos problemas.

En segundo lugar, aunque la definición de los sustitutos y los complementarios en función de la conducta de la demanda del consumidor parece razonable, plantea algunas

dificultades en los contextos más generales. Por ejemplo, si la utilizamos en una situación en la que haya más de dos bienes, es perfectamente posible que el bien 1 puede ser un sustitutivo del 3, pero el 3 puede ser un complementario del 1. Como consecuencia de esta peculiar característica, en los análisis más avanzados se utiliza normalmente una definición algo diferente. Las definiciones presentadas antes describen conceptos conocidos como sustitutivos brutos y complementarios brutos.

3.2.4 CONSIDERACIONES ESPECIALES.

Ahora que hemos explicado la clasificación de los bienes y sus respectivas características debemos de hacer hincapié sobre la situación socioeconómica de algunas personas, por ejemplo, para algunas personas que viven en zonas residenciales (nivel socioeconómico alto) van al cine a las salas denominadas V.I.P,⁹ mientras las que no viven en estas zonas van a salas de cine que no son V.I.P y otras personas a las que su ingreso lo tienen que destinar en su totalidad a la compra de víveres ni siquiera pasa por su mente la idea de ir al cine, todo esto se reduce a final de cuentas al nivel de ingreso, es decir, para algunas personas los bienes de lujo son muy fáciles de obtener y para otras no, ya que si los adquirieran posiblemente ni les sirvan y les sea más preferible gastar en otros bienes y servicios, todo esto es importante ya que más adelante se presentarán ejemplos en los que el aumento en los precios no presenta una elasticidad considerable pero se debe a que a las personas a las que está destinada la producción de algunos bienes, tiene un nivel elevado de sus ingresos y por eso no les representa mayor problema¹⁰.

Nuevamente tenemos que retomar partes de los capítulos anteriores, oferta, demanda y función producción.

La importancia de estos elementos para el análisis microeconómico es fundamental, la oferta en base a sus características nos permite definir las cantidades a ofrecer en base a la demanda que existe de nuestros bienes o servicios, al mismo tiempo que en la función de

⁹ Sigla en inglés que significan "very important people" traducido al español "gente muy importante".

¹⁰ Todo esto lo planteo desde hace varios años Jevons, en sus análisis sobre elasticidad y diferencia entre ricos y pobres.

producción tomamos en cuenta los elementos que intervienen para poder llevarla a cabo, (ya sean los precios de la competencia, los gustos de los demandantes, etc.).

Todos estos elementos nos pueden ayudar a que no digamos la frase que se oye en muchas partes de nuestro país: “ME FALLARON LOS CÁLCULOS”. Los elementos del análisis microeconómico nos guían a no caer en errores que pueden ser evitados, pero para lograr una mejor comprensión veamos el siguiente ejemplo.

3.3 EMPRESA QUE DECIDE AUMENTAR SUS PRECIOS

Una empresa que se dedica al video corporativo está considerando seriamente aumentar sus precios para el año 2004. Hasta el 2003 el precio por unidad era de \$100.00 y los precios de los años anteriores son los del siguiente cuadro.

AÑOS	PRECIO
2001	50
2002	75
2003	100

Esto nos muestra que el aumento había sido de \$25.00 por año. Al inicio del 2004 se comenzó a elaborar un análisis de sensibilidad aumentando el precio por cada fin de semana.

PRIMER FIN DE SEMANA

P	Qd
100	50

Donde P= precio

Qd= cantidad demandada.

Para el siguiente fin de semana se aumento a \$10.00 el precio obteniendo el siguiente resultado.

SEGUNDO FIN DE SEMANA

P	Qd
100	50
110	48

Como se puede notar la Qd (cantidad demandada) bajo en 2 unidades por lo que para el siguiente fin de semana se mantuvo fijo a \$110.00 el precio, obteniendo el siguiente resultado.

TERCER FIN DE SEMANA

P	Qd
100	50
110	48
110	48

Para el siguiente fin de semana se aumento nuevamente \$10.00 el precio obteniendo el siguiente resultado.

CUARTO FIN DE SEMANA

P	Qd
100	50
110	48
110	48
120	46

Con los resultados obtenidos, el director de la compañía decidió aumentar de nuevo \$10.00 el precio, obteniendo el siguiente resultado.

QUINTO FIN DE SEMANA

P	Qd
100	50
110	48
110	48
120	46
130	44

Ya para los dos siguientes fines de semana se opto por dejar el precio en \$130.00 obteniendo los siguientes resultados.

P	Qd
100	50
110	48
110	48
120	46
130	44
130	44
130	44

Recordando las formulas presentadas en el capítulo 1 podemos obtener un cuadro que nos muestre la elasticidad de estos movimientos en el precio.

P	Qd	E
130	44	0.59
120	46	0.51
110	48	0.45

Donde E = Elasticidad

Recordando también parte del capítulo 1 la demanda se clasifica en:

Elástica > 1

Inelástica < 1

Unitaria = 1

Y nuestros resultados son:

$$0.59 < 1$$

$$0.51 < 1$$

$$0.45 < 1$$

Con lo cual nos damos cuenta que la demanda es inelástica ya que es menor que “uno” y aunque la cantidad demandada disminuyó de 50 a 44 unidades, no es considerable ya que como se mencionó anteriormente, es inelástica y se obtienen las siguientes ganancias.

Fin de semana	PRECIO	Cantidad demandada	Ganancia en \$ (precio * cantidad)
1	100	50	5000
2	110	48	5280
3	110	48	5280
4	120	46	5520
5	130	44	5720
6	130	44	5720
7	130	44	5720

Vemos que efectivamente, se disminuyó la demanda de videos solicitados pero aumento la ganancia. Ahora bien, cabe mencionar que el mercado en el que se desempeña esta compañía es de personas de un nivel socioeconómico alto, por lo cual, el aumento de los precios no es tan considerable como para otras personas, es por eso la importancia de clasificar correctamente los bienes de los que se están hablando, por ejemplo en este caso aumento el precio de \$100.00 a \$130, para algunas personas un aumento de esta magnitud

es algo de mucha consideración ya que casi es un salario mínimo y es casi seguro que dejarían de consumir ese bien o servicio que aumento de esa forma su precio.

Obviamente algunas personas no requieren para nada este servicio independientemente de su nivel de ingresos, sus gustos, etc. no les interesa si aumenta o disminuye el precio en un 20% o en un 80%, pero el análisis se realizó ya que al director de la compañía le interesaba conocer la elasticidad, y en principio, se puede calcular la elasticidad para otros bienes y servicios, claro que también los encargados de la producción (sean gerentes o directores) deben tener bien planteado el mercado en el que van a ofrecer sus bienes o servicios, en otras palabras, los que se planee debe ser realizable; es inoperante hacer planes demasiado ambiciosos u optimistas que sean imposibles de lograrse. La planeación debe adaptarse a la realidad y a las condiciones objetivas que actúan en el medio ambiente¹¹.

Por ejemplo, la cadena de tiendas Liverpool no establecería una de sus tiendas en algunas sierra deshabitada del estado de Hidalgo pero si en un terreno cercano al pedregal de San Angel o Lomas de Chapultepec, en este caso, la compañía de video no ofrecerá sus servicios en alguna zona donde no exista la suficiente demanda para ella, también con esto nos referimos al medio ambiente.

Como podemos observar, la aplicación de los conceptos del análisis microeconómico pueden ser muy útiles para la puesta en marcha de varios proyectos, pero ahora nos queda la pregunta ¿y qué hay de los modelos de investigación de operaciones?, bueno, como explicamos en el capítulo anterior, los seres humanos buscan maximizar sus utilidades las cuales no necesariamente tienen que ser expresadas en unidades monetarias, pero partamos de un ejemplo más acorde a la realidad.

Una persona se encuentra interesada en la fabricación de una mercancía en especial, en esta ocasión dicha mercancía son unos chalecos que tienen una función muy específica. Ofrecer cierto tipo de seguridad para algunos impactos que pudieran recibir las personas que los ocupan. En base a un análisis de demanda (elemento del análisis microeconómico),

¹¹ MUNCH LOURDES. Fundamentos de administración. Trillas. México. Pág. 86

la persona que se dedica a la fabricación de este producto observa que es viable y también en base a un análisis en su función de producción se ha encontrado con una gama de “obstáculos” para su producción y por lo tanto para sus utilidades las cuales las quiere maximizar, es aquí donde entran en acción los modelos de investigación de operaciones, en específico el método Simplex, pero veamos de que manera nos puede ayudar este modelo presentado en el capítulo anterior.

3.4 PROBLEMA DE MAXIMIZACIÓN DE GANANCIAS.

Como ya mencionamos, una compañía se dedica a la fabricación de chalecos en específico, los denominan normales y de seguridad, los normales se utilizan principalmente para prácticas de tiro básicas, como los que se ocupan en los “GOTCHAS”¹² y para entrenamientos de la policía con armas que usan balas de goma. Los de seguridad se utilizan sobre todo para personas en las que sus actividades son propensas a recibir caídas, el chaleco de seguridad en el momento en que hay un impacto fuerte se infla y amortigua el golpe.

Sin embargo para llevar a cabo su producción los chalecos normales requieren un proceso de elaboración que consiste en 120 minutos de planchado, 300 minutos de rellenado y 480 minutos de sellado.

Para los chalecos de seguridad se necesitan 360 minutos de planchado, 180 minutos de rellenado y sólo 120 minutos de sellado.

La utilidad los chalecos normales es de \$440 y los de seguridad \$550. Sin embargo la empresa dispone de 2160 minutos para planchado, 1800 minutos para rellenado y 2400 minutos para sellado.

El objetivo es determinar la combinación de producción para maximizar los beneficios respetando las restricciones a las que se encuentra sujeta la empresa.

Como podemos ver, este ejemplo se asimila a muchos otros en los que los encargados de la producción deben encontrar la mejor opción sin que se “violen” las limitaciones o

¹² Los GOTCHAS son campos donde se practica el tiro contra objetivos en movimiento, generalmente personas, pero se hace con balas de pintura, y se requiere de un chaleco especial para este tipo de impacto

restricciones a las que están sujetas. Para comenzar debemos definir nuestra tabla simplex en base a la información presentada.

Tenemos que hay que maximizar nuestras utilidades, las cuales son \$440 para los chalecos normales y \$550 para los de seguridad, por lo tanto definiremos a X1 como los chalecos normales y X2 como los de seguridad por tal motivo nuestra función objetivo será:

$$\text{Maximizar } Z = 440X1 + 550X2$$

Ahora tenemos que definir nuestras restricciones, conforme a nuestros datos podemos elaborar un cuadro que nos ayude a definir nuestras restricciones.

CHALECO	Min Planchado	Min Rellenado	Min Sellado
NORMAL	120	300	480
SEGURIDAD	360	180	120

Y se dispone de :

2160 minutos para planchado

1800 minutos para relleno

2400 minutos para sellado.

Por lo cual nuestras restricciones quedarían de la siguiente manera.

$$120 X1 + 360 X2 \leq 2160$$

$$300 X1 + 180 X2 \leq 1800$$

$$480 X1 + 120 X2 \leq 2400$$

Ahora si, ya tenemos definido nuestro problema de programación lineal con su función objetivo y nuestras restricciones .

Maximizar

$$Z = 440x_1 + 550x_2 \longrightarrow \text{FUNCIÓN OBJETIVO}$$

S. a

$$120x_1 + 360x_2 \leq 2160$$

$$300x_1 + 180x_2 \leq 1800$$

$$480x_1 + 120x_2 \leq 2400$$

$$x_1 + x_2 \geq 0$$

Se iguala a cero la función objetivo y se agregan 3 variables de holgura

$$-440x_1 - 550x_2 + 0s_1 + 0s_2 + 0s_3 = 0$$

Se cambia el signo "menor o igual que" y se agrega la variable de holgura correspondiente

$$s_1 \quad 120x_1 + 360x_2 + s_1 \quad = 2160$$

$$s_2 \quad 300x_1 + 180x_2 + s_2 \quad = 1800$$

$$s_3 \quad 480x_1 + 120x_2 + s_3 \quad = 2400$$

Se crea una tabla de la siguiente manera



Se elige la columna con mayor signo negativo

	Z	x_1	x_2	s_1	s_2	s_3	
	1	-440	-550	0	0	0	0
s_1	0	120	360	1	0	0	2160
s_2	0	300	180	0	1	0	1800
s_3	0	480	120	0	0	1	2400

Se elige el cociente menor, con signo positivo

$\frac{2160}{360} = 6$

$\frac{1800}{180} = 10$

$\frac{2400}{120} = 20$

Se obtiene la columna y fila pivote, respectivamente se obtiene el pivote en este caso 360, el cual tiene que ser transformado a uno, esto se logra multiplicando esa fila por el reciproco del pivote.

$$1/360 \ [\ 0 \quad 120 \quad 360 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 2160 \] \text{ fila } S_1$$

$$[\ 0 \quad 1/3 \quad 1 \quad 1/360 \quad 0 \quad 0 \quad 6 \] \text{ nueva fila}$$

Se cambia s_1 por x_2 .

	Z	x_1	s_1	s_1	s_2	s_3	
	1	-440	-550	0	0	0	0
x_2	0	1/3	1	1/360	0	0	6
s_2	0	300	180	0	1	0	1800
s_3	0	480	120	0	0	1	2400

Posteriormente se multiplica la nueva fila por los elementos de la columna pivote pero cambiando el signo, excepto el pivote que cambiamos en este caso 1.

Obteniendo de resultado lo siguiente.

	Z	x_1	s_1	s_1	s_2	s_3	
	1	-440	-550	0	0	0	0
x_2	0	1/3	1	1/360	0	0	6
s_2	0	300	180	0	1	0	1800
s_3	0	480	120	0	0	1	2400

(550) (-180) (-120)

a)	0	183 1/3	550	1 19/36	0	0	3300
b)	0	-60	-180	-1/2	0	0	-1080
c)	0	-40	-120	-1/3	0	0	720

Fila obtenida de multiplicar la nueva fila por 550

Fila obtenida de multiplicar la nueva fila por -1080

Fila obtenida de multiplicar la nueva fila por 720

Posteriormente se sumaran estas 3 nuevas filas. La fila de la función objetivo con la fila a); la fila s_2 con la fila b) y la fila s_3 con la fila c). De esta manera transformamos en ceros el resto de elementos de nuestra columna pivote.

Se obtendrá la siguiente tabla.

	Z	x_1	S_1	s_1	s_2	s_3	
	1	-256 2/3	0	1 19/36	0	0	3300
x_2	0	1/3	1	1/360	0	0	6
S_2	0	240	0	-1/2	1	0	720
S_3	0	440	0	-1/3	0	1	3120

Se repetirá el anterior procedimiento hasta que no existan números negativos en primera fila.

Se elige la columna con mayor signo negativo



	Z	x_1	S_1	s_1	s_2	s_3	
	1	-256 2/3	0	1 19/36	0	0	3300
x_2	0	1/3	1	1/360	0	0	6
S_2	0	240	0	-1/2	1	0	720
S_3	0	440	0	-1/3	0	1	3120

Se elige el cociente menor, con signo positivo
 $6 / 1/3 = 18$
 $720 / 240 = 3$
 $3120 / 440 = 7$

Se obtiene la nueva columna y fila pivote, respectivamente el pivote que ahora es 240, el cual vamos a transformar en 1 multiplicando la fila s_2 por su recíproco en este caso $1/240$.

Se obtendrá esta nueva fila.

$$1/240 [0 \quad 240 \quad 0 \quad -1/2 \quad 1 \quad 0 \quad 720] \text{ fila } s_2$$

$$[0 \quad 1 \quad 0 \quad -1/480 \quad 1/240 \quad 0 \quad 3] \text{ nueva fila}$$

Se cambia s_2 por x_1 .

	Z	s_2	S_1	s_1	s_2	s_3	
	1	-256 2/3	0	1 19/36	0	0	3300
x_2	0	1/3	1	1/360	0	0	6
x_1	0	1	0	-1/480	1/240	0	3
S_3	0	440	0	-1/3	0	1	3120

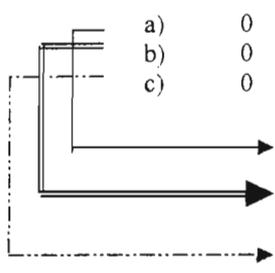
Posteriormente se multiplica la nueva fila por los elementos de la nueva columna pivote pero cambiando el signo, excepto el pivote que cambiamos en este caso 1.

Obteniendo de resultado lo siguiente.

	Z	s_2	s_1	s_1	s_2	s_3	
	1	-256 2/3	0	1 19/36	0	0	3300
x_2	0	1/3	1	1/360	0	0	6
x_1	0	1	0	-1/480	1/240	0	3
s_3	0	440	0	-1/3	0	1	3120

(256 2/3) (-1/3) (-440)

a)	0	256 2/3	0	-77/144	1 5/72	0	770	
b)	0	-1/3	0	1/1440	-1/720	0	-1	
c)	0	-440	0	11/12	-1 5/6	0	-1320	



- Fila obtenida de multiplicar la nueva fila por 256 2/3
- Fila obtenida de multiplicar la nueva fila por -1/3
- Fila obtenida de multiplicar la nueva fila por -440

Posteriormente se sumaran estas 3 nuevas filas. La fila de la función objetivo con la fila a); la fila x_2 con la fila b) y la fila s_3 con la fila c). De esta manera transformamos en ceros el resto de elementos de nuestra columna pivote.

Se obtendrá la siguiente tabla.

	Z	s_2	s_1	s_1	s_2	s_3	
	1	0	0	143/144	1 5/72	0	4070
x_2	0	0	1	1/288	-1/720	0	5
x_1	0	1	0	-1/480	1/240	0	3
s_3	0	0	0	7/12	-1 5/6	1	1800

Ya no hay signos negativos en la primera fila, esto quiere decir que produciendo 3 unidades de x_1 y 5 unidades de x_2 maximizamos nuestra utilidad, la cual es de \$4070.

Ya hemos presentado un ejemplo del método simplex para maximizar utilidades, pero ¿qué ocurre cuando no queremos maximizar?, como mencionamos en el capítulo II, para la maximización de nuestras utilidades probablemente tengamos que efectuar minimizaciones.

El método simplex también puede usarse para minimizar, en este caso tanto empresarios como personas en general desean a menudo minimizar sus costos o algún otro factor, veamos el ejemplo de una persona que tiene un problema y recurriendo al método simplex de minimización obtiene los resultados óptimos para resolver su situación.

A continuación veremos un ejemplo en el cual una persona por motivos de salud necesita llevar cierto tipo de alimentación, pero de igual forma que el fabricante de chalecos, esta persona se encuentra con varios “obstáculos” para llevar a cabo sus objetivos, pero mostraremos que el Método Simplex es igual de efectivo para esta persona “común y corriente” y como menciona Jevons en sus planteamientos, una eficiente asignación de recursos es buena si la renta se destina a varios objetos, la cuestión aquí es ¿qué tanto para cuánto?, el siguiente ejemplo esclarecerá esta pregunta.

3.5 MINIMIZACIÓN DE COSTOS

Por motivos de salud una adolescente tiene que bajar de peso pero consumiendo un mínimo de 10 unidades de vitamina A y 15 de vitamina C.

Un suplemento alimenticio le cuesta 5 dólares y le proporciona 1 unidad de vitamina A y 2 de vitamina C.

Otro suplemento cuesta 4 dólares y le ofrece 1 unidad de vitamina A y 1 unidad de vitamina C.

¿cuál será la combinación que le satisfaga sus necesidades obteniendo el mínimo de sus costos?¹³

Con base a la información anterior podemos analizar los datos para formular nuestra función objetivo con sus respectivas restricciones.

$$\begin{array}{rcl}
 & \text{V.A} & \text{V.C} \\
 \text{X1=} & 1 & 2 \\
 \text{X2=} & 1 & 1 \\
 & \text{X1} + \text{X2} \geq & 10 \\
 & 2\text{X1} + \text{X2} \geq & 15
 \end{array}$$

Donde V.A = Vitamina A
V.C. = Vitamina C

Por lo tanto tendríamos que:

Minimizar (ya que deseamos incurrir en el mínimo de costos)

$$Z = 5x_1 + 4x_2 \longrightarrow \text{FUNCIÓN OBJETIVO}$$

S. a (Sujeto a)

$$\begin{array}{l}
 x_1 + x_2 \geq 10 \\
 2x_1 + x_2 \geq 15 \\
 x_1 + x_2 \geq 0
 \end{array}$$

Basándonos en el modelo de maximización, tendríamos una tabla como la siguiente:

	Z	X1	X2	E1	E2	A1	A2	Bj
	1	-5	-4	0	0	-M	-M	0
E1	0	1	1	-1	0	1	0	10
E2	0	2	1	0	-1	0	1	15

Todos los resultados de las fila E1 y E2 se multiplican por "M" y se suman a la primera hilera obteniendo:

¹³ este ejemplo de minimización de costos lo aplica una persona la cual no tiene a su cargo una unidad productiva de mayor tamaño, motivo por el cual volvemos a hacer referencia de que lo explicado en este trabajo lo pueden aplicar personas de todos los niveles económicos.

	Z	X1	X2	E1	E2	A1	A2	Bj
	1	-5+3M	-4+2M	-M	-M	0	0	25M
E1	0	1	1	-1	0	1	0	10
E2	0	2	1	0	-1	0	1	15

Al contrario del criterio de maximización, en esta ocasión se escoge la columna con el valor más positivo, es decir la columna X1

	Z	X1	X2	E1	E2	A1	A2	Bj	
	1	-5+3M	-4+2M	-M	-M	0	0	25M	
E1	0	1	1	-1	0	1	0	10	10/1=10
E2	0	2	1	0	-1	0	1	15	15/2=7.5

El elemento pivote será el 2 ya que es el que tiene el cociente menor, habrá que cambiarlo a 1 multiplicándolo por su recíproco (1/2) a toda la fila E2 obteniendo la siguiente tabla:

	Z	X1	X2	E1	E2	A1	A2	Bj
	1	-5+3M	-4+2M	-M	-M	0	0	25M
E1	0	1	1	-1	0	1	0	10
E2	0	1	1/2	0	-1/2	0	1/2	15/2

Ahora hay que multiplicar E2 por los elementos de la columna pivote pero con el signo contrario y sin contar al elemento pivote.

-5+3M	Con signo contrario →	5-3M
1		-1
1	→ elemento pivote	

	Z	X1	X2	E1	E2	A1	A2	Bj
	1	-5+3M	-4+2M	-M	-M	0	0	25M
E1	0	1	1	-1	0	1	0	10
E2	0	1	1/2	0	-1/2	0	1/2	15/2

A*	0	5-3M	5/2-3/2M	0	-5/2+3/2M	0	-5/2+3/2M	75/2+45/2M
B*	0	-1	-1/2	0	1/2	0	1/2	-15/2

A* es el resultado de multiplicar E2 por 5-3M

B* es el resultado de multiplicar E2 por -1

Luego sumamos fila A* con la primera hilera y la fila B* con E1 obteniendo el siguiente cuadro.

1	0	$-3/2+1/2M$	$-M$	$-5/2+1/2M$	0	$5-3/2M$	$75/2+5/2M$
0	0	$1/2$	-1	$1/2$	1	$-1/2$	$5/2$

Z	E2	X2	E1	E2	A1	A2	Bj
1	0	$-3/2+1/2M$	$-M$	$-5/2+1/2M$	0	$5-3/2M$	$75/2+5/2M$
E1	0	$1/2$	-1	$1/2$	1	$-1/2$	$5/2$
X1	0	$1/2$	0	$-1/2$	0	$1/2$	$15/2$

Como todavía tenemos elementos positivos en la primera hilera es necesario repetir el mismo procedimiento, en el caso de minimización se termina el proceso cuando todos los elementos de la primera hilera son “ceros” o “números negativos”.

Z	E2	X2	E1	E2	A1	A2	Bj	
1	0	$-3/2+1/2M$	$-M$	$-5/2+1/2M$	0	$5-3/2M$	$75/2+5/2M$	
E1	0	$1/2$	-1	$1/2$	1	$-1/2$	$5/2$	$5/2 / 1/2=5$
X1	0	$1/2$	0	$-1/2$	0	$1/2$	$15/2$	$15/2 / 1/2=15$

En base a los resultados del cuadro anterior podemos observar que el elemento pivote es $1/2$ de la columna X2 fila E1, como ya habíamos mencionado anteriormente, tenemos que cambiar ese elemento a 1 multiplicando la fila E1 por su recíproco, (2) obteniendo el siguiente resultado.

Z	E2	E1	E1	E2	A1	A2	Bj
1	0	$-3/2+1/2M$	$-M$	$-5/2+1/2M$	0	$5-3/2M$	$75/2+5/2M$
X2	0	1	-2	1	2	-1	5
X1	0	$1/2$	0	$-1/2$	0	$1/2$	$15/2$

Ahora hay que multiplicar X2 por los elementos de la columna pivote pero con el signo contrario y sin contar al elemento pivote.

$-3/2+1/2M$	Con signo contrario →	$3/2-1/2M$
1	→ elemento pivote	
$1/2$		$-1/2$

	Z	E2	E1	E1	E2	A1	A2	Bj
	1	0	$-3/2+1/2M$	-M	$-5/2+1/2M$	0	$5-3/2M$	$75/2+5/2M$
X2	0	0	1	-2	1	2	-1	5
X1	0	1	$1/2$	0	$-1/2$	0	$1/2$	$15/2$

C*	0	0	$3/2-1/2M$	$-3+M$	$3/2-1/2M$	0	$-3/2+1/2M$	$15/2-5/2M$
D*	0	0	$-1/2$	1	$-1/2$	-1	$1/2$	$-5/2$

C* es el resultado de multiplicar X2 por $3/2 - 1/2 M$

D* es el resultado de multiplicar X2 por $-1/2$

Al sumar C* con la primera hilera y D* con la fila X1 obtenemos los siguientes resultados.

	Z	E2	E1	E1	E2	A1	A2	Bj
	1	0	0	-3	-1	0	$1-m$	45
X2	0	0	1	-2	1	2	-1	5
X1	0	1	0	1	-1	-1	1	5

Ahora si, todos los elementos de la primera hilera son ceros y negativos, hemos llegado al final del proceso.

Para minimizar 45 se deben de consumir 5 unidades de X2 y 5 de X1

Hasta aquí ya vimos ejemplos de cómo aplicar las formulas para calcular elasticidades, y ejemplos del método simplex tanto para maximización como para minimización, ahora bien, hay que aclarar y profundizar unos aspectos que son interesantes.

Para todo problema de maximización existe su contraparte que seria de minimización y para todo problema de maximización hay uno de minimización y uno se podría preguntar ¿qué utilidad nos ofrece conocer esto?, este tema se refiere a la teoría de la dualidad, la cual es muy importante para el análisis económico ya que con la correcta

aplicación de ésta, se obtienen resultados óptimos, pero todo quedará nuevamente mejor entendido al final de la sección.

3.6 TEORÍA DE LA DUALIDAD.

Para todo problema de maximización con programación lineal es útil asociar un problema de minimización muy relacionado y viceversa. A esa pareja de problemas se le llama problemas de programación lineal dual¹⁴. El análisis de los problemas de la programación dual ha creado enorme atención de matemáticos y economistas por varias razones, entre las cuales podemos destacar:

- ◆ El análisis dual ha sido de mucha ayuda en la solución de los problemas de programación. En algunos casos es más fácil encontrar la solución de un problema de programación resolviendo primero el problema dual asociado.
- ◆ El problema dual tiene una interpretación económica en extremo iluminante que, incidentalmente, muestra que el antiguo análisis marginal siempre se encuentra implícito en la búsqueda de una solución óptima del problema de programación lineal.

Antes de comenzar con el análisis económico, es necesario describir la dualidad de manera puramente abstracta, sin referencia alguna a la interpretación.

El “dual” es un problema de programación lineal que se obtiene matemáticamente de un modelo primal de programación lineal dado. Los problemas dual y primal están relacionados a tal grado, que la solución simplex óptima de cualquiera de los dos problemas conduce en forma automática a la solución óptima del otro¹⁵.

Podemos describir las características de la dualidad de la siguiente forma:

- ◆ Si el problema primal se refiere a maximización, el dual incluye minimización y viceversa.

¹⁴ las ideas sobre la teoría de la dualidad fueron sugeridas en primer lugar por John Von Neumann. La teoría fue rigurosamente desarrollada por David Gale, Harold Kuhn y A. W. Tucker.

¹⁵ TAHA HAMDY. Investigación de operaciones. Alfa Omega. México. Pág. 162

- ◆ Si el primal tiene los signos \geq el dual tiene los signos \leq y viceversa.
- ◆ Las constantes de beneficio del problema primal se reemplazan por las constantes de capacidad y viceversa.
- ◆ En las desigualdades de restricción, los coeficientes que se encontraron yendo de izquierda a derecha, se colocan en ellas desde arriba hacia abajo y viceversa.
- ◆ Aparece un nuevo conjunto de variables en el dual.
- ◆ Ignorando el número de condiciones de no negatividad, si en el problema primal hay "n" variables y "m" desigualdades, en el dual habrá "m" variables y "n" desigualdades.

Lógicamente si obtenemos el problema dual del dual regresariamos a donde empezamos. Se entiende que, dados éste par de problemas, es enteramente arbitrario a cuál de ellos se refiere como el primal y a cuál como el dual, cada uno de ellos es el dual del otro

Para poder entender mejor lo que acabamos de describir pondremos como ejemplo nuestro problema de maximización de los chalecos el cual será nuestro primal y nos conducirá a un nuevo problema; nos referimos al dual.

En el problema de maximización de utilidades para la fabricación de chalecos teníamos:

Maximizar

$$Z = 440x_1 + 550x_2 \longrightarrow \text{FUNCIÓN OBJETIVO}$$

S. a

$$120x_1 + 360x_2 \leq 2160$$

$$300x_1 + 180x_2 \leq 1800$$

$$480x_1 + 120x_2 \leq 2400$$

$$x_1 + x_2 \geq 0$$

Como acabamos de explicar básicamente para poder obtener el dual de nuestro problema primal, debemos transponer todo nuestro modelo de programación lineal, es decir, convertir nuestras filas en columnas y nuestras columnas en filas, nuestras restricciones en función objetivo y la función objetivo en restricciones. Por comodidad y facilidad para trabajar, nuestras variables "X" se deben transformar en variables "Y".

Así tenemos las restricciones:

$$\begin{aligned} 120x_1 + 360x_2 &\leq 2160 \\ 300x_1 + 180x_2 &\leq 1800 \\ 480x_1 + 120x_2 &\leq 2400 \end{aligned}$$

debemos transponer todos estos datos, para empezar convertiremos las restricciones a función objetivo; transponiendo nos quedaría una función objetivo de la siguiente forma:

$$\left. \begin{array}{l} 2160 \\ 1800 \\ 2400 \end{array} \right\} \text{Columna} \qquad \underbrace{2160y_1 + 1800y_2 + 2400y_3}_{\text{Fila}}$$

De igual forma con las demás variables:

$$\left. \begin{array}{l} 120 x_1 \\ 300 x_1 \\ 480 x_1 \end{array} \right\} \text{Columna} \qquad \underbrace{120y_1 + 300y_2 + 480y_3}_{\text{Fila}}$$

Y:

$$\left. \begin{array}{l} 360 x_2 \\ 180 x_2 \\ 120 x_2 \end{array} \right\} \text{Columna} \qquad \underbrace{360y_1 + 180y_2 + 120y_3}_{\text{Fila}}$$

Y la función objetivo deberá pasar a ser restricción:

$$\underbrace{440x_1 + 550x_2}_{\text{FILA}} \qquad \left. \begin{array}{l} 440 \\ 550 \end{array} \right\} \text{Columna}$$

Siguiendo las características mencionadas, nuestro problema dual quedaría de la siguiente forma:

Minimizar

$$Z = 2160y_1 + 1800y_2 + 2400y_3 \longrightarrow \text{FUNCIÓN OBJETIVO}$$

S. a

$$120y_1 + 300y_2 + 480y_3 \geq 440$$

$$360y_1 + 180y_2 + 120y_3 \geq 550$$

$$y_{ij} \geq 0$$

Debe también destacarse que una característica no es el falsificar cuando vamos de un problema de programación lineal a su dual- las desigualdades de las condiciones de no negatividad mantienen su dirección.

O sea que, tanto en el problema primal como en el dual, se requiere que cada variable se mayor o igual que cero.

3.6.1 LA INTERPRETACIÓN ECONOMICA DEL PROBLEMA DUAL.

Ahora que hemos transformado nuestro problema primal a dual podemos formularnos la siguiente pregunta ¿y de qué nos sirve ese nuevo problema?, pues bien, sea nuestro programa primal un programa de producción corriente, o sea, el problema de determinar los niveles de producción que maximizan los beneficios de los varios productos de la empresa sujeto a un numero de insumos escasos (capacidad) que son limitaciones restrictivas. Los costos de los insumos fijos de la compañía pueden no entrar directamente

en los cálculos del beneficio contable, particularmente si los sitios de almacenamiento, fábricas y otras facilidades que estos símbolos representan, han sido completamente amortizados. Sin embargo, debe reconocerse que sin estos insumos, la empresa no pudo haber ganado sus beneficios. Suponga entonces, que el hombre de negocios decide determinar que proporción del beneficio de cada uno de sus productos se “debe” a cada uno de los insumos. En la jerga económica, tendrá que *imputar* todos los beneficios de la compañía a sus recursos escasos. Con este propósito buscará calcular un precio contable artificial para cada uno de esos insumos y escoger la magnitud, de tal forma la suma de los valores computados de los insumos escasos que se utilizan en sus productos, en nuestro caso chalecos, sea lo suficientemente alta para contabilizar los beneficios de la producción de chalecos.

Mostraremos ahora que las variables y_1 , y_2 y y_3 del problema dual, pueden interpretarse como los valores contables requeridos de los tres recursos escasos de la compañía.

Por ejemplo, los tres recursos escasos que tenemos son tiempo de planchado, tiempo de rellenado y tiempo de sellado, de tal forma que nuestro problema original de programación lineal nos dice que la compañía tiene a su disposición 2160 minutos para planchado, 1800 minutos de rellenado y 2400 minutos para sellado. y_1 puede describirse como el valor contable para la compañía de una unidad de tiempo para planchado, y_2 como el valor contable de una unidad de tiempo para rellenado y y_3 como el valor contable de tiempo para sellado.

Veamos ahora la primera desigualdad del problema dual y mostraremos que no es más que una afirmación explícita del requisito de beneficio no contable para el primer artículo de la línea de producción de la compañía. Se recordará que el coeficiente 120 de la variable y_1 en esa desigualdad tiene un significado muy definido en nuestro problema primal. Allí representaba la cantidad de minutos de planchado utilizado para producir una unidad del producto uno (chalecos normales). Similarmente, el segundo coeficiente 300 en la desigualdad del dual, el coeficiente y_2 represento en el problema primal la cantidad de

tiempo de rellenado necesarios para producir una unidad del producto 1. Finalmente el coeficiente y_3 en la desigualdad del dual representó la cantidad de tiempo de sellado necesario para producir una unidad del producto 1. En conjunto, los 3 coeficientes, el 120, el 300 y el 480 representan las cantidades de los tres insumos diferentes que entran en una unidad del bien 1. Ahora si cada unidad de tiempo de planchado vale y_1 pesos, entonces 120 unidades de tiempo de planchado valdrán 120 veces y_1 pesos y, similarmente, si cada unidad de tiempo de rellenado vale y_2 pesos, las 300 unidades de tiempo de rellenado valdrán $300y_2$ pesos y finalmente 480 unidades de tiempo de sellado valdrá 480 por y_3 pesos. vemos, entonces, cómo la expresión del lado izquierdo de nuestra desigualdad $120y_1 + 300y_2 + 480y_3$ tiene una directa interpretación económica, dado el significado tentativamente atribuido a nuestras variables. Esa suma es el valor total de los insumos necesarios para producir una unidad de producto del bien 1.

Solamente necesitamos un paso para completar nuestra interpretación de esta desigualdad. Debemos recordar ahora que significado tiene el número 440 del lado derecho de la relación. Regresando de nuevo a nuestro problema primal, vemos que el 440 es la utilidad que se obtiene al producir nuestro primer bien. Cada unidad que se produzca del bien 1 da a la compañía \$440. Puede decirse que nuestra primera desigualdad establece lo siguiente: el valor de los insumos que entran en la producción de una unidad del bien 1 debe ser mayor o igual al beneficio que la empresa hace al producir una unidad del producto número 1. Así como la primera desigualdad del programa dual sirve para imputar los beneficios del bien 1, la segunda desigualdad imputa todo el beneficio de cada unidad del producto 2 a los insumos escasos de la compañía. Establece que los valores de los tres insumos que se usan en confeccionar una unidad del bien 2 deben contabilizar totalmente los \$550 de beneficio dados por una unidad del bien 2.

Ahora explicaremos porque es conveniente escribir estas restricciones como desigualdades y no como ecuaciones, o sea, por qué no se requiere directamente que los valores de los insumos sean exactamente iguales a los beneficios. Sin embargo puede darse una razón sencilla. La necesidad de que las restricciones se expresen como desigualdades se deriva directamente del hecho de que el número de variables y el número de restricciones

estructurales en un problema no necesita ser el mismo. En nuestro problema dual tenemos tres variables y dos desigualdades. Podríamos fácilmente haber tenido por ejemplo, 6 variables y quince desigualdades. Si hubiéramos intentado escribir esas doce restricciones como igualdades en vez de desigualdades, podríamos haber tenido un sistema con quince ecuaciones y seis incógnitas y, obviamente, esto es probable que nos dé dificultades porque generalmente es imposible satisfacer un sistema de ecuaciones que contiene más ecuaciones que incógnitas. En consecuencia, en esos casos podemos vernos obligados a abandonar la igualdad en parte del sistema; hemos escogido entre las dos aparentemente menos deseables alternativas, sobreimputación y subimputación, quedándonos con la primera. O sea que, hemos dicho “si absolutamente es necesario asignar un valor a los insumos empleados, que sea mayor o menor que los beneficios, asignemos un valor total mayor que el beneficio”.

Sin embargo, una vez que hemos expresado las desigualdades de esta forma, puede parecer que no hay problema al solucionar nuestro programa lineal. Necesitamos solamente asignar valores caprichosamente altos a cada uno de los insumos y podemos estar seguros de que ellos serán mayores que la contabilidad de todos los beneficios. Lo que impide este tipo de solución arbitraria es que nuestro problema dual requiere que minimicemos la función $Z = 2160y_1 + 1800y_2 + 2400y_3$. el valor de la función objetivo del dual, Z , también tiene una interpretación económica que se desprende de nuestra discusión anterior. Se recordará que la compañía tiene 2160 minutos para rellenado, así que el valor total de este tiempo disponible para la empresa será $2160y_1$ y, similarmente, el valor de la disponibilidad de tiempo para rellenado será $1800y_2$, porque hay 1800 unidades de tiempo de rellenado a disposición de la compañía y así sucesivamente. Por lo tanto $Z = 2160y_1 + 1800y_2 + 2400y_3$ representa el valor total de todos los insumos que la compañía controla.

En conclusión, podemos resumir que el problema dual requiere que encontremos el valor más pequeño del nivel de los insumos de la compañía que contabilice completamente todos los beneficios de cada uno de los productos.

3.7 LOS PRECIOS SOMBRA

Al haber obtenido nuestro problema dual nos encontramos con nuevos parámetros y por lo tanto nuevos resultados. En nuestro ejemplo el problema dual consiste en minimización del tiempo requerido para cada actividad de nuestro proceso productivo, y a partir de su solución deduciremos los precios sombra de los factores de la producción empleados por la compañía.

El problema dual se puede resolver en forma independiente de su primal, no obstante, los valores obtenidos a partir de la solución del dual también se obtienen como subproducto de la última iteración del primal, que da por resultado la solución óptima.

Si la solución óptima contiene una actividad de ajuste que demuestra que cierta cantidad del factor correspondiente permanece desocupada, este factor posee un precio sombra igual a cero. Si los factores están plenamente ocupados, sus precios sombra son positivos.

Los precios sombra de los factores son los costos imputados o costos de oportunidad de los factores para la compañía en particular. Como tales constituyen indicadores cruciales para la expansión de la empresa. Ponen en evidencia los factores que pueden provocar estrangulamientos en la expansión adicional de la empresa, puesto que estos factores aparecerán con un precio sombra (costo de oportunidad) positivo en la solución óptima. Además, los precios sombra pueden compararse con sus precios de mercado y ayudar, así, a las personas que buscan obtener beneficios a decidir si resulta rentable contratar unidades adicionales de dichos factores. El precio sombra de un factor indica en cuanto aumentará el beneficio de la empresa si ésta emplea una unidad adicional de ese factor.

Los precios sombra son los valores calculados de los incrementos de los recursos limitados que son los cuellos de botella de la producción. Los precios sombra no son precios realmente pagados o recibidos. Son los valores implícitos de los incrementos de los

cuellos de botella. La administración puede comparar los precios sombra con las estimaciones de los costos que modifican y agrandan las capacidades de los tres recursos.

3.8 HERRAMIENTA SOLVER DE EXCEL PARA RESOLVER PROBLEMAS DE PROGRAMACIÓN LINEAL.

Ya explicamos como resolver mediante el método simplex y método gráfico este tipo de problemas, sin embargo hay que mencionar que el programa de computadora Microsoft Excel resuelve también estos problemas de manera mucho más rápida. A continuación presentaremos los pasos a seguir para resolverlo en dicho programa.

Al tener que minimizar $Z = 2160y_1 + 1800y_2 + 2400y_3$

S. a

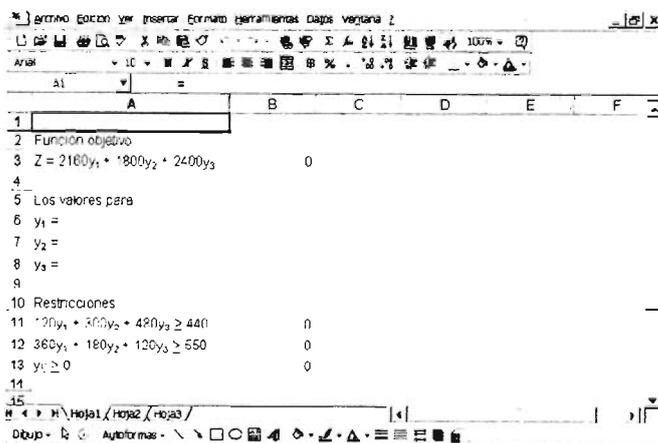
$$120y_1 + 300y_2 + 480y_3 \geq 440$$

$$360y_1 + 180y_2 + 120y_3 \geq 550$$

$$y_{ij} \geq 0$$

Una vez abierto el programa introduciremos los datos en una columna en forma de rótulo, esto con el fin de no confundirnos a la hora de ejecutar las operaciones.

Tendremos entonces una pantalla como la siguiente:



Nótese que en la columna A introducimos la función objetivo junto con los parámetros que necesitamos y las restricciones, pero es realmente en la columna B donde vamos a trabajar los datos en su totalidad, es decir, la función objetivo se encuentra ubicada en la celda B3, los valores para y_1 , y_2 , y y_3 se encuentran en las celdas B6, B7, y B8 respectivamente y las restricciones se encuentran en las celdas B11, B12 y B13.

Ahora bien, podemos observar que en las celdas de la columna B que corresponden a los datos que necesitamos presentan un valor de **0 cero**, esto se debe a que todavía no echamos a andar el Solver,¹⁶ pero ya se encuentran introducidos los datos que vamos a utilizar, ahora hay que explicar la forma en que se introducen los datos de nuestro modelo de programación lineal dentro de la hoja electrónica.

Comenzaremos con nuestra función objetivo, ésta se encuentra definida como:
 $Z = 2160y_1 + 1800y_2 + 2400y_3$, lo que significa que debemos multiplicar 2160 por y_1 , 1800 por y_2 , y 2400 por y_3 , esto lo haremos introduciendo los datos en la celda B3 ya que es la que se encuentra frente a los datos que identifican a nuestra función objetivo, aunque en realidad se puede introducir en cualquier otra celda pero esto ya depende de la persona que se encuentre resolviendo el problema de programación lineal.

Para introducir los datos debemos de comenzar poniendo el signo "=" seguido de un paréntesis "(" e introducimos los datos que acabamos de mencionar, ya dijimos que los valores para y_1 , y_2 , y y_3 , son las celdas B6, B7 y B8 respectivamente por tal motivo nuestra función objetivo sería:

$$=(2160*B6+1800*B7+2400*B8)$$

NOTA: Una vez que hemos terminado de introducir los datos, apretaremos las teclas Ctrl, Shift y Enter del teclado, esto con la finalidad de que no se presenten problemas a la hora de correr el solver.

Para definir a las restricciones debemos de realizar el mismo proceso que hicimos para la función objetivo, teniendo entonces para la primera restricción que es:

$$120y_1 + 300y_2 + 480y_3 \geq 440$$

la restricción sería:

¹⁶ El Solver es un herramienta de Microsoft Excel que es utilizado para resolver problemas de programación lineal y que en la actualidad es uno de los mejores ya que es muy sencillo de utilizar y muy rápido en ofrecer resultados.

$$=(120*B6+300*B7+480*B8)$$

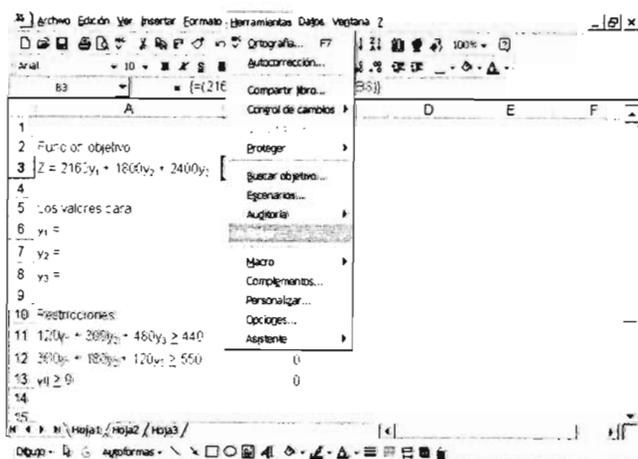
Y para la segunda restricción que es $360y_1 + 180y_2 + 120y_3 \geq 550$ la restricción sería:

$$=(360*B6+180*B7+120*B8)$$

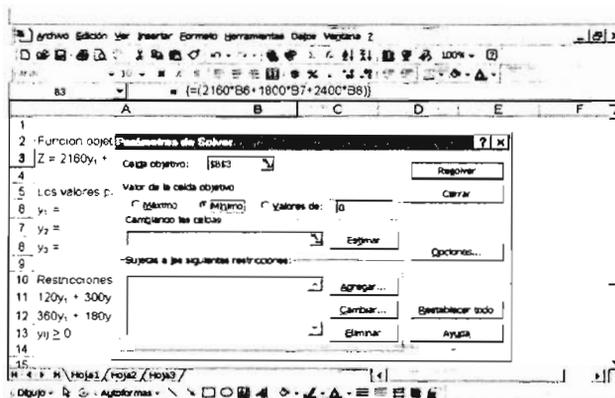
En la celda B13 correspondiente a y_{ij} solamente irá un 0 ya que es lo que nos está indicando, por tal motivo debemos de obtener una pantalla como la siguiente:



Ahora sí, ya estamos listos para “correr” la herramienta Solver de Excel, esto lo haremos dando click en el menú principal en la opción Herramientas, allí nos aparecerá la opción Solver, tal y como lo mostramos a continuación:



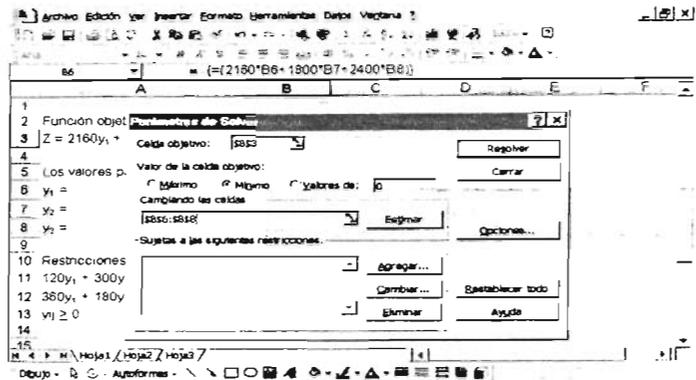
Algunas ocasiones no todas las computadoras tienen instalada esta herramienta, cuando se presente el caso debemos de tener nuestro disco de Microsoft Office para poder instalarlo sin ningún problema, aunque en este ejemplo estamos suponiendo que sí se encuentra instalado, ahora bien, ya que desplegamos las opciones del menú herramientas y nos hemos dado cuenta de que si disponemos del solver le damos click en esta opción y nos aparecerá una pantalla como la siguiente:



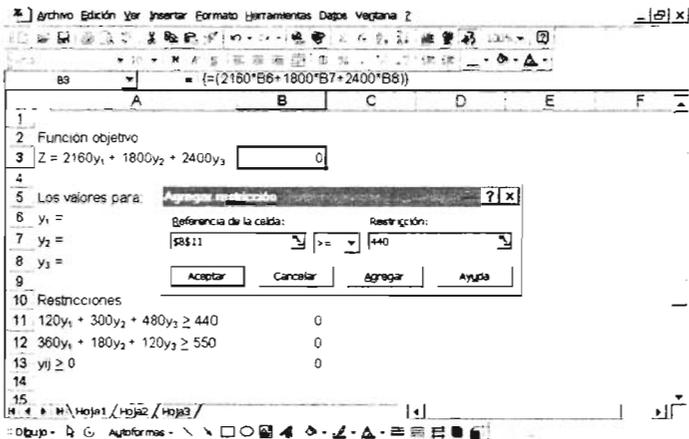
Como se puede ver en la ventana que aparece vienen los parámetros que necesita el solver, tales como la función objetivo, la acción a realizar (maximizar o minimizar) los valores que aparecerán para y_1 , y_2 y y_3 ¹⁷, y las restricciones.

En la celda objetivo debemos de introducir la celda en la que definimos a la función objetivo, en nuestro caso es la celda B3, en las opciones “Valor de la celda objetivo” debemos de habilitar “Mínimo”, ya que en este problema debemos de minimizar (si fuera el caso contrario habilitaríamos Máximo); en la opción “Cambiando las celdas” introduciremos la ubicación de y_1 , y_2 , y y_3 , es decir, de la celda B6 a la celda B8, obtendremos una pantalla como la que sigue:

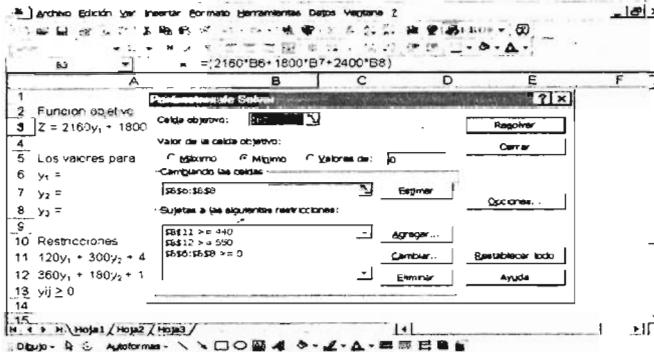
¹⁷ En esta opción el solver nos lo presenta como “CAMBIANDO LAS CELDAS”, esto se debe a la traducción del programa a nuestro idioma.



Para las restricciones debemos de dar click en la opción agregar de la opción “Sujeta a las siguientes restricciones”, de esta forma se desplegará una nueva ventana de nombre “Agregar restricción” en ella introduciremos las celdas donde tenemos nuestras restricciones, teniendo en cuenta tenemos que introducir cada restricción por separado, por ejemplo, nuestra primera restricción se encuentra ubicada en la celda B11 y es mayor o igual a 440, en la ventana “Agregar restricción” tendríamos la siguiente forma:



Ya que terminamos de introducir la primera restricción, debemos de hacer lo mismo para las siguientes restricciones que tengamos, en el ejemplo que nos encontramos manejando debemos ya al final contar con una pantalla como la que a continuación presentamos:

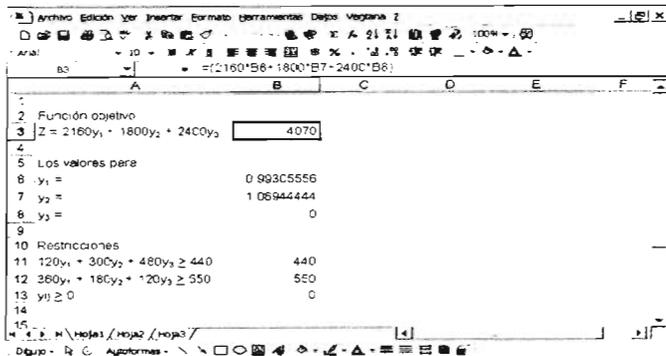


Hay que resaltar que la restricción $y_{ij} \geq 0$ corresponde a todas nuestras y_1, y_2, y_3 , por lo cual en nuestra ventana de Parámetros de solver esta restricción aparece como el rango que hay entre la celda B6 y la B8.

Ahora finalmente hemos terminado de introducir todos los datos de nuestro problema de programación lineal, ya podemos dar click en la opción "Resolver" de la ventana Parámetros de solver para que posteriormente tengamos una nueva pantalla como la siguiente:



Solamente queda dar click en “Aceptar” y se presentarán los resultados a todo el problema que planteamos.



El resultado debe ser el mismo para el primal tanto como para el dual, es decir, en el primal debíamos maximizar 4070, en el dual debemos minimizar 4070, también debemos de tener los resultados que definimos para las restricciones, ya sean menores o iguales, en nuestro caso tenemos 440 y 550 que es lo que definimos para las restricciones.

Finalmente tenemos como resultado final:

$$y_1 = 0.99305556$$

$$y_2 = 1.06944444$$

$$y_3 = 0$$

como podemos ver es más rápido y muy fácil ocupar la herramienta solver de Excel. Sin embargo debemos de tener en cuenta la forma en que se debe de plantear el problema de programación lineal, ya que no serviría de nada tener el conocimiento de la herramienta solver si no contamos con un planteamiento eficiente y las bases para formular éste.

Ya tenemos nuestros precios sombra del problema dual, y en base a lo que hemos explicado resulta interesante notar que en y₃ tenemos un resultado de CERO, con lo que

deducimos que el tiempo de sellado no está siendo utilizado en su totalidad, los encargados de la producción deberán tomar las medidas necesarias para esta situación¹⁹.

3.9 EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

Hasta este momento hemos mostrado la aplicación de las herramientas de investigación de operaciones pero vale la pena considerar otro tópico importante. LA PREVENCIÓN.

Como hemos recalado a lo largo de este trabajo, la economía trata de maximizar las utilidades que tiene optimizando sus recursos escasos y limitados, por tal motivo no podemos darnos el lujo de dar diagnósticos nada más porque si.

El análisis de sensibilidad nos ayuda a resolver esta situación, ya que es un método que toma en cuenta el riesgo en las decisiones de inversión, aquí uno decide sobre cuáles variables en los cálculos son más cruciales y más inciertas y prueba que tan sensible es la cifra calculada para el valor presente ante posibles cambios en el valor de esta variable estratégica. Por ejemplo supongamos que una empresa está considerando seriamente en invertir en un nuevo producto y que sus planes se basan primordialmente en su esperanza de captar el 15% del mercado para este tipo de producto durante el siguiente semestre. Con esto y con información adicional puede estimar: 1.-el valor presente esperado de la inversión si se cumplen sus expectativas, 2.-el efecto de posibles cifras alternativas de participación en el mercado sobre los cálculos del valor presente de la inversión (permaneciendo iguales todas las demás cosas), 3.- la cifra de participación en el mercado con la cual el valor presente neto de la inversión es cero, es decir, la participación en el mercado que no ofrece ganancias pero tampoco pérdidas.

Vamos a suponer que este punto sin ganancias ni pérdidas es 10%, de tal manera que, a menos que se alcance esta participación en el mercado en el transcurso del tiempo

¹⁹ es de suma importancia recordar que los resultados en nuestro problema dual deben de dar el mismo resultado que en el primal, en nuestro ejemplo se debe de maximizar 4070. por lo tanto en el dual se debe de obtener el mismo resultado, minimizar 4070.

(en nuestro caso 6 meses), la inversión producirá pérdidas absolutas. Esto da a la empresa alguna indicación del riesgo de la inversión y permite a la administración asociar con este proyecto una cifra de riesgo subjetivo. De la misma forma, la administración puede obtener un índice de riesgo así y una medida del rendimiento esperado (o valor presente) para cada posible inversión. Luego uno puede proceder a construir una curva de combinaciones como la figura 3.1 y seleccionar un proyecto o combinación de proyectos óptimos. De esta manera uno puede plantear varios panoramas en caso de que no se obtengan los resultados más deseados en nuestro problema original.

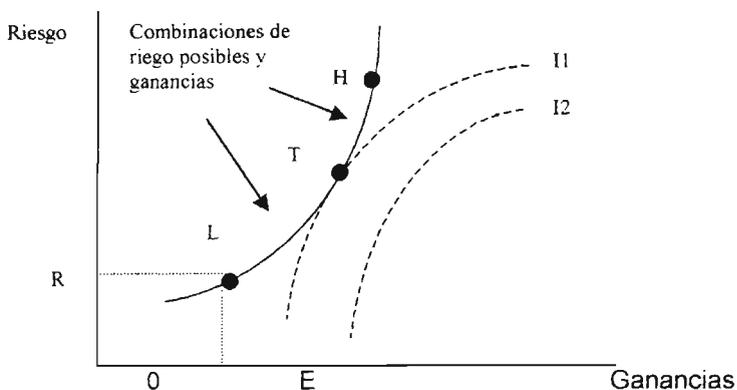


FIGURA 3.1

En cualquier lugar en el que desarrollamos nuestras actividades, ya sean laborales, domésticas o de entretenimiento, necesitamos de ciertos “instrumentos” para poder llevarlas a cabo, sin embargo no siempre podemos disponer de esos “instrumentos” para cierto tipo de actividades, pero si podemos ocupar otros que a final de cuentas nos darán el resultado que estamos buscando; al conocer la forma en que se clasifican los bienes podemos elaborar un análisis más claro sobre los “quehaceres” que haremos posteriormente, ya sea desde preparar la comida para la familia, hasta que tipo de materiales obtendríamos más económicos para la elaboración de algún producto si somos empresarios.

Como es del conocimiento general, en nuestro país constantemente nos vemos afectados (no siempre de manera negativa) por las variaciones de los precios en bienes y

servicios en general; con la aplicación de las formulas de elasticidad obtenemos una idea sobre que tanto nos puede afectar una baja o una alza de precio de un bien o servicio en especial, de igual forma si nosotros como unidad económica productora nos vemos en la necesidad de modificar nuestros precios, veremos cuanto puede ser beneficioso o perjudicial la modificación que haremos.

Una vez que hemos definido lo que vamos a producir y nuestro margen de utilidad, el método simplex nos guiará hacia las cantidades óptimas de producción que tendremos que elaborar para obtener un resultado óptimo, de la misma manera si queremos minimizar nuestros costos por la razón que sea, el método nos funcionará de la misma forma que en los casos de maximización, claro, siempre y cuando se hagan los cambios correspondientes en la elaboración y desarrollo del método.

Después de haber establecido nuestro proceso de producción y las cantidades óptimas a producir, no podemos olvidar que algunos de nuestras variables o insumos no se están aprovechando correctamente; la teoria de la dualidad se encarga de resolver este problema ya que en base a los precios sombra obtenemos nuevas cifras que nos dicen lo que no se está ocupando de la mejor manera.

También sabemos que no todo el tiempo podemos permanecer con la misma situación económica o social en la que iniciamos nuestras actividades sean las que sean; el análisis de sensibilidad se ocupa de presentar varios “panoramas” en los que nos veríamos afectados por un cambio que no estuviera contemplado en un principio pero que de igual forma nosotros tenemos en cuenta gracias a la prevención.

En el siguiente capitulo veremos de que forma se ha venido aplicando a través de los años en nuestro país todo lo explicado en este trabajo, ya que como habíamos dicho en nuestra nación no hay aún la suficiente cultura del análisis microeconómico y la aplicación de la investigación de operaciones, pero al termino veremos que algunos problemas de gran envergadura se han resuelto gracias a esto.

CAPÍTULO IV

IMPORTANCIA DE APLICAR EL
ANÁLISIS MICROECONÓMICO
APOYADO CON LOS MODELOS DE
INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES
EN LAS EMPRESAS MEXICANAS

INTRODUCCIÓN

Como es del conocimiento general, en México no contamos con los niveles de desarrollo que tienen otros países, esto es una barrera muy fuerte para poder impulsar los cambios sociales y tecnológicos que deseamos. Un concepto muy común pero erróneo es aquél que considera al dinero como condición suficiente para el desarrollo, **siendo la forma de utilizarlo**¹ lo que permite no sólo iniciar el proceso de desarrollo sino conducirlo a un buen término.

Los países subdesarrollados como el nuestro se verán en la necesidad de recibir recursos de capital suplementarios si no quieren quedarse totalmente atrasados. Las inversiones extranjeras de capital privado incrementan de alguna forma las posibilidades de empleo, la recaudación de impuestos y las disponibilidades de divisas (por efecto de las exportaciones), sin embargo así no presentan medios de inversión suficientes para lograr un crecimiento económico de mayor o igual magnitud que en los países desarrollados de donde provienen tales inversiones.

4.1 LA SITUACIÓN EN MÉXICO.

Pero ¿qué se puede hacer para mejorar esta problemática?, como ya hemos venido explicando a lo largo de este trabajo hay una cantidad suficiente de razones por las cuales es que impera esta situación, sin embargo hay que analizar a fondo la situación en general para después poder estudiarla más en concreto y ver en que puntos se están presentando las fallas.

Ya hemos mencionado que la mayoría de las personas (y con justificada razón) se quejan constantemente de la situación económica en la que se encuentran; los salarios son

¹ Por ejemplo, supongamos que tenemos mucha suerte y en un concurso nos ganamos \$1000 , 000 para algunas personas les bastaría para vivir cómodamente un par de meses ¿y luego qué?, no se la pueden pasar gastando, hay que poner a trabajar ese dinero para que en un futuro sea productivo.

bajos (una razón por la cual a veces nos vemos motivados a solicitar prestamos los cuales nos llevan al endeudamiento), desempleo, y equipo inadecuado para trabajar.

Con esto anterior podemos sintetizar los problemas que generalmente afectan a un gran número de personas:

- ◆ Salarios bajos
- ◆ Endeudamiento
- ◆ Desempleo
- ◆ Equipo inadecuado

Ahora bien, hay que resaltar que la riqueza y el bienestar social de nuestra comunidad son factores que están impulsados por un fuerte tejido económico que está formado en su mayoría por pequeñas y medianas empresas, por tal motivo, al referirnos a las empresas estamos hablando de un fenómeno diferente con características propias en donde la constante evolución tecnológica y la fuerte competencia exigen una detallada y cuidadosa atención del sector industrial.

Por ejemplo, la mayoría de las personas en edad de trabajar realizan sus actividades en un organismo del sector privado (o sea empresas) la mayoría son pequeñas y medianas, aunque no necesariamente estamos excluyendo a las grandes, sin embargo basta con ver que en cada esquina casi siempre hay un negocio, desde una papelería hasta un centro comercial.

4.2 LAS PYMES EN MÉXICO.

Las Pymes conforman el 97% de las empresas en México y constituyen la base de la economía convirtiéndose en potenciales desarrolladoras de empleo y reactivadoras de la misma.

Las pequeñas y medianas empresas (pymes) se han quedado rezagadas e incapaces de competir y participar en los mercados debido a que no están preparadas para las exigencias que la globalización impone.

Las pymes en México constituyen el 97% del total de las empresas, generadoras de empleo del 79% de la población y generan ingresos equivalentes al 23% del Producto Interno Bruto (PIB), lo anterior es una clara señal de debemos poner atención a este tipo de empresas y verlas como lo que en realidad son: la base de la economía mexicana². En la Tabla 1 podemos observar la composición de las empresas mexicanas por tamaño y por sector en términos porcentuales.

De igual manera en la Gráfica 1 podemos observar la composición de las empresas mexicanas de acuerdo al empleo que generan y el monto del PIB que representan en términos porcentuales.

Tabla 1. Clasificación de empresas en México por tamaño y por sector en términos porcentuales

Composición por tamaño y sector (participación porcentual)				
Tamaño	Sector			Total
	Industria	Comercio	Servicios	2,844,308
Micro	94.4	94.9	97.4	95.7
Pequeña	3.7	4.0	1.6	3.1
Mediana	1.7	0.9	0.5	0.9
Grandes	0.4	0.2	0.4	0.3
Total	100	100	100	100

Fuente: http://www.contactopyme.gob.mx/impactopymes.asp?Lenguaje=0&Cve_B=5

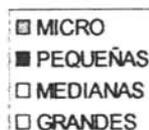
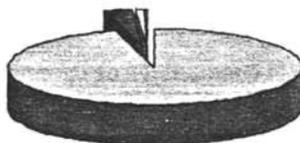
² BECERRA MARTÍNEZ BRENDA asistente del depto de contabilidad del ITESM campus Guadalajara durante una conferencia en el Centro de Convenciones de Guadalajara en Marzo del 2005

Gráfica 1. Composición de las empresas mexicanas de acuerdo al empleo que generan y el monto del PIB que representan en términos porcentuales

PYMES, EMPLEO Y P.I.B,

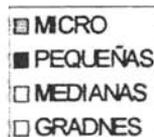
DE EMPRESAS

MICRO	95.7
PEQUEÑAS	3.1
MEDIANAS	0.9
GRANDES	0.3



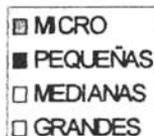
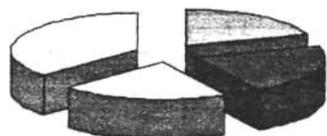
EMPLEO

Micro	49
Pequeñas	15
Medianas	15
Grandes	21



P.I.B.

Micro	20
Pequeñas	22
Medianas	21
Grandes	37



Fuente: <http://www.contactopyme.gob.mx/grafos.asp?v=0>

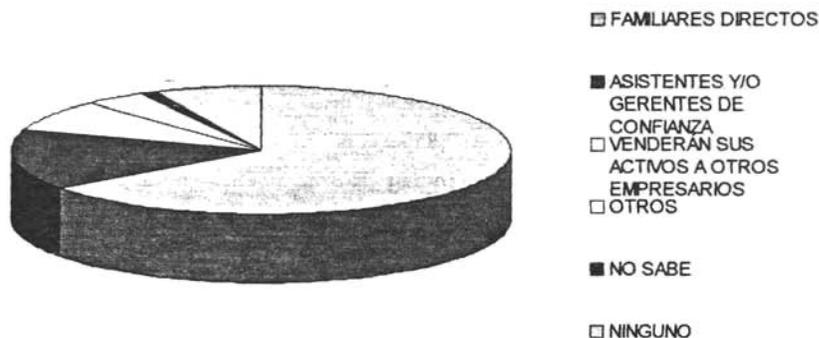
Las Pymes son la base para el desarrollo de empleos y negocios de nuestro país y la meta no es competir con los grandes corporativos, eso las llevaría al exterminio, pero existe una gran oportunidad en convertirse en sus proveedores, y para lograrlo es necesario contar con tecnología que se adecue a sus sistemas, una gran diferencia con los competidores la harán aquellas empresas chicas o medianas que se adecuen lo más rápidamente posible.

Siendo realistas como país no tenemos la estructura para fortalecer a las Pymes, aunado a ello están las diferencias culturales que no nos permiten tener una visión del negocio, a duras penas las empresas se enfocan en subsistir, ya no se diga en planear.

También tenemos el hecho de que la mayoría de las pequeñas y medianas empresas siguen siendo empresas “familiares” y en donde el mando de las mismas sigue pasando de generación en generación muchas veces evitando que la empresa se convierta en su razón de ser y deje de ser el “negocito” que se exprime hasta dar el triple de lo que podría, ya que hasta 3 generaciones de familia dueña del mismo viven de ahí.

En el caso de nuestro país debemos de mencionar que el 65% de las PYMES son de carácter familiar.

Distribución porcentual de las empresas por tipo de proceso de cambio generacional que se implementará en las mismas



Pero en general, México cuenta con un número importante de empresas, a continuación presentamos estadísticas de las empresas que existen en nuestro país.

NÚMERO DE EMPRESAS POR ENTIDAD FEDERATIVA

AGUASCALIENTES	6,830
BAJA CALIFORNIA	9,824
BAJA CALIFORNIA SUR	5,674
CAMPECHE	2,211
COAHUILA	7,810
COLIMA	1,216
CHIAPAS	2,089
CHIHUAHUA	26,225
DISTRITO FEDERAL	101,281
DURANGO	1,425
GUANAJUATO	16,377
GUERRERO	2,002
HIDALGO	13,770
JALISCO	94,059
ESTADO DE MÉXICO	62,546
MICHOACÁN	8,443
MORELOS	2,853
NAYARIT	10,780
NUEVO LEÓN	21,608
OAXACA	3,862
PUEBLA	11,829
QUERETARO	9,493
QUINTANA ROO	28,714
SAN LUIS POTOSÍ	11,564
SINALOA	11,831
SONORA	6,549
TABASCO	1,390
TAMAULIPAS	12,018
TLAXCALA	6,034

VERACRUZ	21,955
YUCATÁN	18,351
ZACATECAS	5,664

Fuente: Banco de información económica del INEGI.

Al decir importantes no necesariamente es por que sean muchas, cuando se presenta algo importante también puede ser que sea algo negativo. Si sumamos todas las cantidades arriba mencionadas nos da un total de 546,277 empresas, si hacemos un comparativo respecto al nivel de población (más de 100,000 000 de habitantes) la cantidad de empresas son muy escasas, claro que de esos 100, 000 000 de habitantes no todos pueden trabajar (ya sea por edad, estudios, etc.) pero los que si pueden y algunos ya se encuentran laborando presentan muchas quejas respecto a su situación. Es obvio que no existen muchas empresas y las que existen presentan muchas problemáticas, motivo por el cual se requiere estudiar este problema con bastante cuidado.

La definición de una empresa sin importar su tamaño, ni su lugar de origen, es igual en cualquier parte del mundo, ya que dentro de su definición, siempre gozará de los mismos componentes necesarios para que pueda decirse que es una empresa.

Por consiguiente se definirá a la empresa como:

“Una unidad económica de producción y decisión que, mediante la organización y coordinación de una serie de factores (capital y trabajo), persigue obtener un beneficio produciendo y comercializando productos o prestando servicios en el mercado³”.

Por lo tanto cualquier empresa contará con las siguientes características:

- *Cuentan con recursos humanos, de capital, técnicos y financieros.*
- *Realizan actividades económicas referentes a la producción, distribución de bienes y servicios que satisfacen necesidades humanas.*

³ ANDERSEN ARTHUR Diccionario de Economía y negocios. ESPASA. Madrid. 1997.

- *Combinan factores de producción a través de los procesos de trabajo, de las relaciones técnicas y sociales de la producción.*
- *Planean sus actividades de acuerdo a los objetivos que desean alcanzar.*
- *Son una organización social muy importante que forman parte del ambiente económico y social de un país.*
- *Son un instrumento muy importante del proceso de crecimiento y desarrollo económico y social.*
- *Para sobrevivir debe de competir con otras empresas, lo que exige: modernización, racionalización y programación.*
- *El modelo de desarrollo empresarial reposa sobre las nociones de riesgo, beneficio y mercado.*
- *Es el lugar donde se desarrollan y combinan el capital y el trabajo, mediante la administración, coordinación e integración que es una función de la organización.*
- *La competencia y la evolución industrial promueven el funcionamiento eficiente de la empresa.*
- *Se encuentran influenciadas por todo lo que suceda en el medio ambiente natural, social, económico y político, al mismo tiempo que su actividad repercute en la propia dinámica social.*

4.2.1 CLASIFICACIONES DEL TAMAÑO DE LAS EMPRESAS.

Para este punto, se comparará las diferencias que hay en la definición del tamaño de la empresa, según su número de trabajadores que laboren en ella, tomando en cuenta las siguientes instituciones: el Instituto Nacional De Estadística Y Estudios Económicos en Francia (INSEE); la Small Business Administrations de Estados Unidos (SBA); la Comisión Económica Para América Latina (CEPAL), la revista mexicana de Ejecutivos De Finanzas (EDF), y finalmente la Secretaría de Economía de México (SE). Todas estas instituciones están dedicadas al fomento y desarrollo de las empresas en cada uno de sus países.

TAMAÑO DE LAS EMPRESAS

Institución	Tamaño de la empresa	Número de trabajadores
INSEE	Pequeña	De 50 a 250
	Mediana	De 250 a 1000
SBA	Pequeña	Hasta 250
	Mediana	De 250 a 500
Comisión Económica para América Latina	Pequeña	Entre 5 y 49
	Mediana	De 50 a 250
EDF	Pequeña	Menos de 25
	Mediana	Entre 50 y 250
Secretaría de Economía	Pequeña	De 16 a 100
	Mediana	De 101 a 250

Fuente: www.gestiopolis.com/emp/pymes.htm

Del cuadro anterior podemos observar, que el número de trabajadores en países desarrollados como Francia y EE.UU., es mucho mayor en comparación del número de trabajadores para poder clasificar el tamaño de las empresas, ya sea, pequeña o mediana, por lo tanto no sería correcto tomar en cuenta estos criterios, ya que no se aplican a la realidad económica de nuestro país; en cambio las clasificaciones de la CEPAL, EDF y la SE, son más apegadas a la realidad de nuestro país, para poder determinar el tamaño de una empresa por su número de trabajadores.

4.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PYMES.

De manera muy general todos las pequeñas y medianas empresas (Pymes) comparten casi siempre las mismas características, por lo tanto, se podría decir, que éstas son las características generales con las que cuentan las Pymes.

- *El capital es proporcionado por una o dos personas que establecen una sociedad.*
- *Los propios dueños dirigen la marcha de la empresa; su administración es empírica.*
- *Su número de trabajadores empleados en el negocio crece y va de 16 hasta 250 personas.*

- *Utilizan más maquinaria y equipo, aunque se sigan basando más en el trabajo que en el capital.*
- *Dominan y abastecen un mercado más amplio, aunque no necesariamente tiene que ser local o regional, ya que muchas veces llegan a producir para el mercado nacional e incluso para el mercado internacional.*
- *Está en proceso de crecimiento, la pequeña tiende a ser mediana y aspira a ser grande.*
- *Obtienen algunas ventajas fiscales por parte del Estado que algunas veces las considera causantes menores dependiendo de sus ventas y utilidades.*
- *Su tamaño es pequeño o mediano en relación con las otras empresas que operan en el ramo.*

Ventajas y desventajas que presentan las medianas empresas

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Cuentan con buena organización, permitiéndoles ampliarse y adaptarse a las condiciones del mercado. ◆ Tienen una gran movilidad, permitiéndoles ampliar o disminuir el tamaño de la planta, así como cambiar los procesos técnicos necesarios. ◆ Por su dinamismo tienen posibilidad de crecimiento y de llegar a convertirse en una empresa grande. ◆ Absorben una porción importante de la población económicamente activa, debido a su gran capacidad de generar empleos. ◆ Asimilan y adaptan nuevas tecnologías con relativa facilidad. ◆ Se establecen en diversas regiones del país y contribuyen al desarrollo local y regional por sus efectos multiplicadores. ◆ Cuentan con una buena administración, aunque en muchos casos influenciada 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Mantienen altos costos de operación. ◆ No se reinvierten las utilidades para mejorar el equipo y las técnicas de producción. ◆ Sus ganancias no son elevadas; por lo cual, muchas veces se mantienen en el margen de operación y con muchas posibilidades de abandonar el mercado. ◆ No contrataran personal especializado y capacitado por no poder pagar altos salarios. ◆ La calidad de la producción no siempre es la mejor, muchas veces es deficiente porque los controles de calidad son mínimos o no existen. ◆ No pueden absorber los gastos de capacitación y actualización del personal, pero cuando lo hacen, enfrentan el problema de la fuga de personal capacitado. ◆ Sus posibilidades de fusión y absorción de empresas son reducidas o nulas. ◆ Algunos otros problemas como: ventas insuficientes, debilidad competitiva, mal servicio, mala

<p>por la opinión personal de o los dueños del negocio.</p>	<p>atención al público, precios altos o calidad mala, activos fijos excesivos, mala ubicación, descontrol de inventarios, problemas de impuestos, y falta de financiamiento adecuado y oportuno.</p>
---	--

Definitivamente las ventajas representan un gran apoyo para este tipo de organismo, sin embargo ¿qué se puede hacer con las desventajas? ¿en qué manera pueden ayudar todos los planteamientos que hemos hecho?, bueno, vamos a analizar cada una de las desventajas y ver que en muchos casos se pueden solucionar prevenir y resolver.

MANTIENEN ALTOS COSTOS DE OPERACIÓN.

Muchas veces para producir un bien o servicio se adquieren una cantidad considerable de insumos, esperando recuperar la inversión de dichos insumos y obviamente obtener una utilidad, para que esto ocurra tenemos que determinar los niveles óptimos de producción, es decir, lo que es realmente “bueno” producir, no hacerlo de una forma meramente empírica, sino mediante el planteamiento de una estrategia adecuada que genere buenos resultados, tomando en cuenta lo que tenemos (insumos) y lo que afecta a nuestra producción.

NO SE REINVIERTEN LAS UTILIDADES PARA MEJORAR EL EQUIPO Y LAS TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN.

Esta problemática tiene que ver con la deficiente incorporación de tecnología a los sistemas de producción. De hecho, es uno de los problemas más serios que enfrentan las pequeñas y medianas empresas, ya que no reinvierten lo suficiente en el mejoramiento de las instalaciones ni aplican oportunamente los avances tecnológicos.

¿Qué podemos observar aquí?, definitivamente una mala asignación de recursos, especialmente el dinero. Cuantas empresas (sin importar su tamaño) en cuanto comienzan a tener utilidades empiezan a adquirir bienes y servicios que su organización no necesita, por ejemplo, comienzan a salir de viaje de placer, compran artículos ostentosos pero inservibles en lugar de invertir en infraestructura. Es por eso la importancia de la clasificación de los bienes (tema discutido en el capítulo anterior y parte del análisis microeconómico) ya que ésta nos define los tipos de bienes que pueden ser útiles o no. Las empresas “exitosas” hacen todo lo posible por ir “evolucionando” y mejorando, y esto muchas veces es gracias a la mejora en su equipo que tienen para producir.

SUS GANANCIAS NO SON ELEVADAS, POR LO CUAL MUCHAS VECES SE MANTIENEN AL MARGEN DE OPERACIÓN Y CON MUCHAS POSIBILIDADES DE ABANDONAR EL MERCADO.

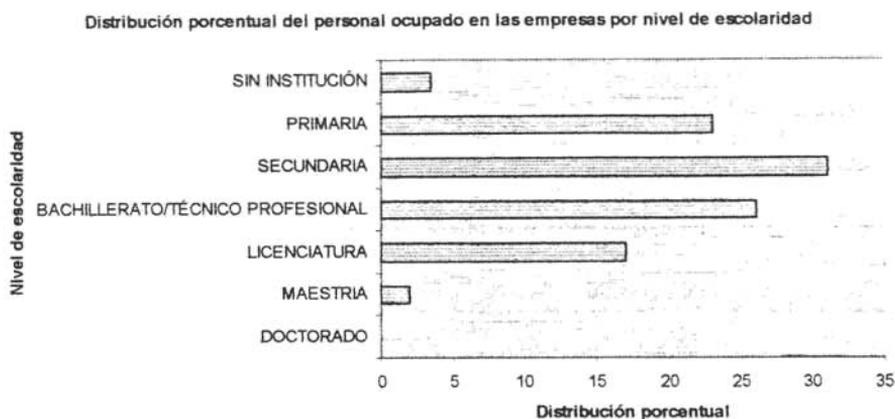
Esta desventaja está ligada muy fuertemente a la primera, ¿por qué nuestras ganancias no son altas y no nos alcanza para nada?, la principal causa es que incurrimos en demasiados gastos (en el caso de las empresas costos de operación) los cuales ya se ha mencionado SON ALTOS. Ya para este punto debimos plantear un sistema para la minimización de costos, ahora hay que plantear una maximización de ganancias o utilidades, sin embargo, como mencionamos en la desventaja número 1 si no existe un planteamiento sobre esta situación, de nada nos serviría que alguien nos otorgara \$100, 000 o \$200, 000 o \$900, 000 para “levantar” nuestra empresa si no tenemos bien definido que tenemos, que es lo que queremos e implementar el uso de las técnicas adecuadas para lograrlo, como ya mencionamos anteriormente necesitamos niveles óptimos.

NO CONTRATARÁN PERSONAL ESPECIALIZADO Y CAPACITADO POR NO PODER PAGAR ALTOS SALARIOS.

El concepto de capacitación y desarrollo para las plantillas laborales aún sigue siendo considerado por muchos empresarios como un gasto superfluo. Es difícil comprender que la optimización de la mano de obra es una inversión a corto plazo, la cual permitirá calificar y motivar a los trabajadores.

Sin duda alguna uno de los recursos más importantes de una empresa son los seres humanos, ya que aunque se cuente con la mejor tecnología y los procesos de producción más eficientes se requiere cuando menos de una persona para operar la tecnología en cuestión. Si se desea obtener un máximo beneficio debemos contar con el personal calificado para realizar las tareas que se le han encomendado, aquí interviene en cierta forma la clasificación de los bienes, ya que al final de cuentas, la mano de obra es un recurso del cual a veces se va a disponer y a veces no. Muchas empresas por querer disminuir costos por medio de los salarios, contratan a personas que si bien cuentan con un determinado nivel de preparación a veces no es suficiente. Sin embargo, gracias a ese nivel que tienen se les puede pagar menos que a alguien que si cuenta con la preparación necesaria para cubrir ciertas funciones. Esto con el tiempo trae resultados negativos ya que los bienes y servicios que se están produciendo pueden presentar fallas en la calidad, o se tardan más tiempo en realizar acciones a las que una persona con la preparación requerida lo hará en un menor tiempo. Todo esto es un caso similar al de las computadoras genéricas, y las de marca, en cualquier momento “nos pueden tronar”.

Este es un tema muy importante ya que los países con niveles de tecnología y economía desarrollados cuentan con un alto nivel de preparación de los elementos que conforman su planta productiva, en México el 31% de los empleados cuenta con secundaria terminada, el 26% con bachillerato o una carrera técnica y el 23% con primaria, en cuanto a los niveles superiores el mayor porcentaje que le corresponde a la licenciatura apenas se acerca a un 17%.

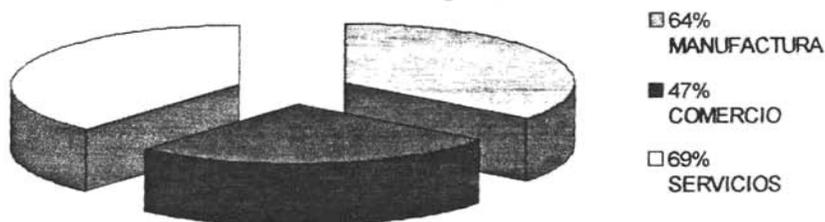


FUENTE: Datos de la Comisión Intersecretarial de Política Industrial

Ahora bien, está claro que los empresarios no cubrirán estos niveles de preparación en su totalidad, sin embargo hay algunas que fomentan la capacitación ya sea por medio de cursos, talleres o conferencias a las que mandan a sus empleados para que obtengan diversos conocimientos, por ejemplo, algunas empresas que se dedican a la exportación de artesanías mandan a sus empleados incluyendo los empaques y operadores de contenedores a cursos de idiomas, ya que en un determinado momento podrían enfrentarse a la situación de atender a algún cliente extranjero y aunque sea tendrán que darle indicaciones para llegar a una oficina o a algún taller.

En México la capacitación de los empleados y directivos de las Pymes resulta ser una práctica importante.

Porcentaje de empresas que realizaron capacitación de personal en los últimos dos años por sector de actividad



FUENTE: Datos de la Comisión Intersecretarial de Política Industrial.

LA CALIDAD DE LA PRODUCCIÓN NO SIEMPRE ES LA MEJOR, MUCHAS VECES ES DEFICIENTE PORQUE LOS CONTROLES DE CALIDAD SON MÍNIMOS O NO EXISTEN.

Este problema se refiere al error de fijar como meta primordial el simple hecho de producir y vender sin prestar la debida atención a la calidad de los productos y servicios ni a la gestión óptima de los recursos.

Aquí podemos destacar elementos del análisis microeconómico que si fueran considerados ayudarían a contrarrestar este problema, la función producción, la demanda y la mala asignación de recursos.

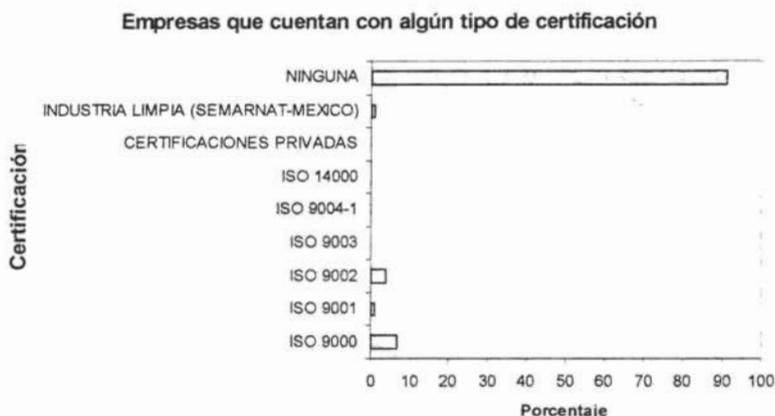
En la función producción estamos incluyendo los factores que determinan las cantidades que podemos producir, muchas veces las empresas se empeñan en querer sacar muchas unidades de algún producto que elaboran ya que éste se vende bien, sin embargo se pueden enfrentar a 2 problemas que podrian evitar, el primero es que no puedan cumplir

con la expectativa de producción, dicho de otra forma, no tener las “n” cantidades de “X” producto, ya sea por no tener en cuenta la cantidad de insumos necesarios o algún otro factor; el segundo es que debido a que quieren sacar cantidades mayores unidades de producción llevan a cabo lo que comentamos; mala calidad. Hace tiempo una compañía refresquera decidió aumentar la cantidad de sus productos de manera considerable, sin embargo los refrescos comenzaron a salir al mercado con basuras, malos envases, etc. motivo por el cual comenzaron a presentarse quejas y disminuyó la demanda del refresco. Aquí vemos otro elemento del análisis microeconómico, la demanda. La compañía vio en sus estados financieros una baja considerable en la venta de sus productos, motivo que la obligó a determinar por qué y que hacer para resolver esta baja en su demanda.

Al ver que gracias a que se aumentó la producción del refresco las máquinas comenzaron a deteriorarse con mayor rapidez, y como no se quería detener el nuevo nivel de producción, no había tiempo de darle el mantenimiento que necesitaban, con esto llegaron a la conclusión de que debían tener otros niveles de producción que permitieran a los refrescos contar con la calidad que alguna vez presentaron. Con un modelo de programación lineal (modelo de investigación de operaciones) determinaron niveles óptimos de producción que satisficieran las necesidades a las que ahora se enfrentaban.

Este es un buen ejemplo de cómo el análisis microeconómico apoyado con los modelos de investigación de operaciones solucionaron el problema de esta empresa y como lo podrían aplicar otras, ya que como mencionamos, las empresas son básicamente el motor más importante de la economía.

Sin embargo al hablar sobre calidad existen las llamadas certificaciones para las empresas, las cuales en numerosas ocasiones son de mucha importancia para cierto tipo de inversionistas, ya que si alguna empresa cuenta con ésta (la certificación) proporciona un nivel de seguridad y calidad motivo por el cual es un incentivo para que una o varias personas inviertan en ella, desafortunadamente en México predomina también una falta de cultura de calidad, más del 80% de las PYMES no cuenta con algún tipo de certificación como se puede apreciar en la siguiente gráfica:



FUENTE: Datos de la Comisión Intersecretarial de Política Industrial

Si bien la mayoría de las personas ha escuchado sobre las ISO no todas pueden contar con dicha certificación, pero hay otras, como la Estrella Diamante, el Trofeo Internacional a la Calidad, el Aguila de Calidad y Prestigio, entre otros, los cuales entran en la clasificación de Certificaciones privadas sin embargo los datos muestran “poca cultura” hacia la calidad y si bien se ofrecen bienes y servicios de calidad no estaría de más intentar contar con alguna o varias certificaciones, aunque este proceso sea un poco tardado pero que con el paso del tiempo puede representar beneficios para tales organizaciones.

NO PUEDEN ABSORBER LOS GASTOS DE CAPACITACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PERSONAL, PERO CUANDO LO HACEN, ENFRENTAN EL PROBLEMA DE LA FUGA DE PERSONAL CAPACITADO.

Básicamente son dos problemas, el primero consiste en poder hacerlo (absorber los gastos de capacitación) y el segundo lo que se podría considerar como una “fuga de cerebros”, para enfrentar el primer problema se pueden plantear varias soluciones, desde la implementación de un modelo de programación lineal para la minimización de costos hasta buscar asesoría gratuita, cursos con precios económicos y que son de calidad, esto se puede lograr mediante un acercamiento con varias instituciones de educación superior para asesorías y varios organismos para la capacitación industrial (como los CECATIS, CBTIS, etc.) los cuales ofrecen costos más bajos que organismos meramente particulares y que también ofrecen buena calidad en sus cursos.

Una vez superado el problema de la capacitación, los empleados se encuentran con la posibilidad de prestar sus servicios a otras empresas en las cuales se les ofrece un mejor nivel de vida, aquí se debe de tomar en cuenta un plan de incentivos adecuados para el personal, pueden ser desde bonos, primas vacacionales, o algún otro incentivo, pero esto se debe de planear muy detalladamente ya que como habíamos explicado antes, muchas veces se sigue exigiendo más con los mismos elementos y esta situación es la que desalienta a muchas personas a buscar mejores opciones, sin embargo, retomando el problema principal que es el de la capacitación definitivamente se deben de invertir esfuerzos en este rubro ya que de todas formas es mejor contar con personas preparadas a no tenerlas, ya que en determinado momento esto se verá reflejado en los bienes y servicios que ofrecemos y si alguien los ofrece de mejor calidad (ya que si cuentan con personal capacitado) inmediatamente las personas optarán por consumir los que son mejores.

SUS POSIBILIDADES DE FUSIÓN Y ABSORCIÓN DE EMPRESAS SON REDUCIDAS O NULAS.

De acuerdo, son pocas pero ¿por qué?, si una empresa más o menos estable busca la opción de crecer, entre sus opciones está la de fusionarse con otra, pero muchas veces esto no es viable ya que las empresas (generalmente las pequeñas) no tienen márgenes de ganancias elevadas (como se explicó en el punto anterior) y no es conveniente formalizar una alianza con ella. También es posible que cuente con muy pocas técnicas de optimización y mejora en sus procesos productivos y la empresa que se encuentra en mejores condiciones tendrá que invertir tiempo para enseñarle a la pequeña como utilizar los diferentes modelos y técnicas con las que ella si cuenta, además también existe el riesgo de que los dueños o gerentes de la pequeña empresa no se encuentren muy de acuerdo con los métodos de la mediana y opten definitivamente por no ocuparlos, con lo cual todo habría sido una verdadera pérdida de tiempo, dinero y esfuerzo.

ALGUNOS OTROS PROBLEMAS COMO VENTAS INSUFICIENTES, DEBILIDAD COMPETITIVA, MAL SERVICIO Y ATENCIÓN AL PÚBLICO, MALA UBICACIÓN Y FALTA DE FINANCIAMIENTO INADECUADO.

Todos estos problemas engloban de manera muy general todos los planteamientos que hemos presentado a lo largo del trabajo, gracias a ello podemos elaborar un pequeño cuadro explicando el problema y la forma en que se pueden corregir.

Problema	Factores que deben ser tomados en cuenta para su solución.
Ventas insuficientes	Oferta y demanda
Debilidad competitiva	Tecnología y técnicas eficaces de producción
Mal servicio y atención al público	Personal capacitado
Mala ubicación	Oferta y demanda, modelo de transporte
Falta de financiamiento adecuado	Desconocimiento y falta de estrategia

En el cuadro anterior se muestran elementos de análisis microeconómico y modelos de investigación de operaciones , cada uno de ellos para situaciones que se presentan en la vida real y que gracias a que no existe una cultura de aplicación de métodos y procedimientos es que estos problemas aumentan de magnitud trayendo consigo resultados nefastos, sin embargo debemos hacer un paréntesis en el punto de Falta de Financiamiento Inadecuado, está claro que muchas empresas no conocen las diferentes alternativas de financiamiento que se les puede otorgar.

En México únicamente el 13% de las Pymes ha solicitado algún tipo de crédito bancario en los dos últimos años; de este porcentaje el 76% ha recibido dicho crédito. De ese 76% de empresas que obtuvo el crédito, el 88% señala que la institución que les otorgó el más importante fue la Banca Comercial, mientras que el 1.4% de las mismas expresa haberlo obtenido a través de la Banca de Desarrollo.

Asimismo, establecen que las principales causas por las cuales se les niega el crédito son:

1. El desinterés del banco hacia el sector.
2. La falta de garantías, y
3. La indiscutible falta de información en esta materia.

En lo que se refiere al apoyo gubernamental, el total desconocimiento de los programas públicos es una cuestión imperante en las Pymes mexicanas, ya que el 86% de las mismas señala, no conocer los programas de apoyo federales, estatales o municipales; y solamente el 12.65% de éstas los conoce, pero no los ha utilizado. El 1.8% de las PyMES los conoce y ha utilizado.

PROGRAMAS	CONOCE Y HA UTILIZADO	CONOCE Y NO HA UTILIZADO	NO CONOCE
Centro de Asesoría Empresarial Primer Contacto (SE) ⁴	1.04	5.84	93.12
Red Nacional de Centros Regionales para la Competitividad Empresarial CETRO-CRECE (SE)	2.32	9.23	88.45
Fondo de Apoyo a la Micro, Pequeña y Mediana Empresa FAMPYME (SE)	1.05	25.39	73.56
Fondo de Fomento a la Integración de Cadenas Productivas FIDECAP (SE)	0.41	3.20	96.39
Comité Nacional de Productividad e Innovación Tecnológica COMPITE (SE)	2.08	7.41	90.51
Programa de Capacitación y modernización del Comercio Detallista PROMODE (SE)	0.23	4.99	94.78
Programa de Promoción Sectorial PROSEC (SE)	0.37	5.89	93.73
Programa de Apoyo a la Capacitación antes denominado Calidad Integral y Modernización CIMO (STPS) ⁵	4.06	9.57	86.37
Programa de modernización Tecnológica PMT (CONACYT) ⁶	0.52	5.75	93.74
Programa de Cadenas Productivas (NAFIN) ⁷	1.48	10.69	87.83
Financiamiento NAFIN	2.06	29.83	68.10

⁴ Secretaría de Economía.

⁵ Secretaría del Trabajo y Previsión Social

⁶ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

⁷ Nacional Financiera

Programa para establecer sistemas de aseguramiento de calidad en las micro, pequeñas y medianas empresas, ISO 9000 (SE)	4.71	27.23	68.06
FINANCIAMIENTO (BANCOMEXT) ⁸	1.58	30.08	68.34
Servicios de Asistencia Técnica y Promoción para la Exportación (BANCOMEXT)	2.65	22.37	74.97
Programa Nacional de Auditoría Ambiental PNAA (SEMARNAT) ⁹	4.64	16.09	79.27

FUENTE: Datos de la Comisión Intersecretarial de Política Industrial.

Ahora bien, ya mencionamos que “Un concepto muy común pero erróneo es aquél que considera al dinero como condición suficiente para el desarrollo, siendo la forma de utilizarlo lo que permite no sólo iniciar el proceso de desarrollo sino conducirlo a un buen término”.

Ya tenemos conocimiento de las alternativas de financiamiento de las que podemos disponer, sin embargo ¿de qué nos sirve contar con mucho dinero si ni siquiera tenemos en cuenta nuestros objetivos y debilidades?, y las empresas que ya se encuentran operando en forma ¿cuántas ocupan una planeación eficaz en la que incluyan la aplicación de modelos de optimización y análisis adecuado?, las cifras que hemos presentado revelan la carencia que existe en nuestro país hacia la utilización de los modelos explicados en este trabajo, y es que ¿para qué nos sirve un financiamiento si no vamos a poder desarrollarlo adecuadamente?. Ahora supongamos que ya superamos la brecha del financiamiento y una vez instalados ¿cuántas veces se ocupan de la oferta y la demanda, gustos y preferencias y la forma en que se van a optimizarse los recursos disponibles y muchas veces escasos?, el problema es muy serio y las cifras arrojan una verdad inquietante; en México no existe la

⁸ Banco Nacional de Comercio Exterior

⁹ Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

aceptación de métodos y técnicas de optimización y asignación de recursos, ya sea por desconocimiento o por “temor” de intentar nuevas directrices, sin embargo los ejemplos descritos en el capítulo anterior demostramos la eficacia de dichos modelos motivo por el cual debemos exhortar a todos los sectores que tienen que ver con la producción de bienes y servicios a adoptar este tipo de cultura ya que presenta una gama de soluciones que en otras partes del mundo (en especial en los países desarrollados) les ha traído resultados muy favorables.

4.4 EL CASO DE EUROPA.

Como es bien conocido, la economía europea es una de las más sólidas del mundo, por tal motivo vale la pena hablar un poco sobre el comportamiento que se observó en Europa especialmente de la Segunda Guerra Mundial, ya que después de ésta, toda Europa se tenía que reconstruir, ya que la guerra dejó destruida más de la mitad de la infraestructura física y económica de la Unión Europea, y necesitaban levantar toda su estructura nuevamente y de una manera que fuera rápida, y la solución para la reactivación de la economía fueron el desarrollo de las Pymes.

“Las naciones de Europa Occidental enfrentaron altos niveles de desempleo desde la Segunda Guerra Mundial. Dichas naciones trabajaron alrededor del concepto de iniciativas locales en general, y específicamente en el desarrollo de las Pymes como una estrategia para crear empleos¹⁰” y ahora estos países le deben su desarrollo y crecimiento a las Pymes.

En la actualidad, el potencial de la Unión Europea, se debe al fomento y apoyo que se les da a las Pymes, ya que se les considera un importante factor de creación de empleo, cuestión que al Estado Europeo es de vital importancia, la creación de empleos, para el fomento de su demanda efectiva, obteniendo altos niveles de crecimiento y bienestar social.

¹⁰ HULL GALEN. Guía para la pequeña empresa: Tendencias en una economía global. Gernika. México Pág 95

Está claro que las dependencias de gobierno también contribuyen a la actividad económica del país, sin embargo hay que admitir que los motores principales de la economía son las empresas (ya sean pequeñas medianas o grandes) motivo por el cual merecen una especial atención.

Tenemos plena conciencia de la importancia de las actividades de las pequeñas y medianas empresas en la economía mundial, ya que éstas aportan, en algunos casos, más del 95 % de las exportaciones, así como la actuación estratégica que le corresponde adoptar en los diferentes sectores industriales¹¹.

Ahora bien, ya hemos visto el caso que se vivió en Europa y la forma en que se solucionó, también vimos la manera en que los modelos de Investigación de Operaciones y el Análisis Microeconómico presentan soluciones a una diversidad de problemas, ya hemos explicado la forma en que las empresas constituyen un impulso muy fuerte para la economía en nuestro país, por tal motivo debemos de mencionar como algunos organismos han aplicado modelos de Investigación de Operaciones y Análisis Microeconómico en algunas de sus actividades. Las aplicaciones que se han destacado en México son:

- ♦ Reducción de la contaminación de SO_2 ¹² en el Valle de México. PEMEX fue el organismo encargado de solucionar este problema, ya que este contaminante es uno de los más peligrosos para la salud humana. Cierta tipo de combustibles usados en la industria produce fuertes cantidades de esta sustancia nociva. Por un modelo de dispersión y simulación se ha podido evaluar diversas estrategias tendientes a disminuir su concentración en el Valle de México. Así, una decisión tomada con apoyo del modelo, fue el cambiar el tipo de combustible que usaba una refinería, reduciéndose apreciablemente la concentración del SO_2 .

¹¹ RIVIELLO ANABELLA. El reto de las PYMES en el siglo XXI . Pág. 82

¹² bióxido de azufre

- ◆ Distribución de trigo en México. Aquí CONASUPO¹³ fue la institución encargada de esta situación, el problema consistió en transportar el trigo procedente de 15 regiones productoras del país. Los objetivos presentados fueron: satisfacer las demandas mensuales estipuladas en los contratos que tiene CONASUPO con cada molino; abatir los costos de transporte. Se usó un modelo de programación lineal con el cual se obtuvo un ahorro de 84 millones de pesos en 1974.
- ◆ La misma CONASUPO, en el proyecto de elaboración de aceite comestible, empleó técnicas de investigación de operaciones para determinar el costo mínimo en un proceso de asignación que consistía en definir que semillas iban a los molinos, a qué planta de refinación se enviaban y cómo se iban a distribuir, tanto a centros de distribución como a tiendas de venta al público.
- ◆ El banco de México empleó el modelo de transporte de programación lineal para resolver el problema en el que se empleaban varios tipos de vehículos para movilizar la moneda en todo el país. El objetivo era encontrar la composición de vehículos que dieran una flotilla óptima y el número de vehículos de cada tipo requerido para resolver la demanda al costo mínimo. Otros problemas que se resolvieron en la Unidad de Investigación y Desarrollo del Banco de México por medio de la Investigación de Operaciones son: distribución de billetes, modelos para asignación de personal, y modelos de compra y venta de metales.
- ◆ En el Banco Nacional de México (BANAMEX) se hizo un estudio para determinar el número de cajeros necesarios en una determinada zona para no caer en gastos innecesarios.
- ◆ El Instituto de Ingeniería de la UNAM tuvo a su cargo el proyecto de unificación de frecuencias de energía eléctrica en el Distrito Federal, en el que se utilizaron técnicas de valuación de proyectos en función de los costos.
- ◆ Varias consultorías particulares que se dedican a la formulación y evaluación de proyectos ocupan personas con estudios para presentar los diferentes panoramas a los que se pueden enfrentar.
- ◆ Algunas instituciones de educación superior están fomentando la materia de Investigación de operaciones dentro de los mapas curriculares de sus carreras.

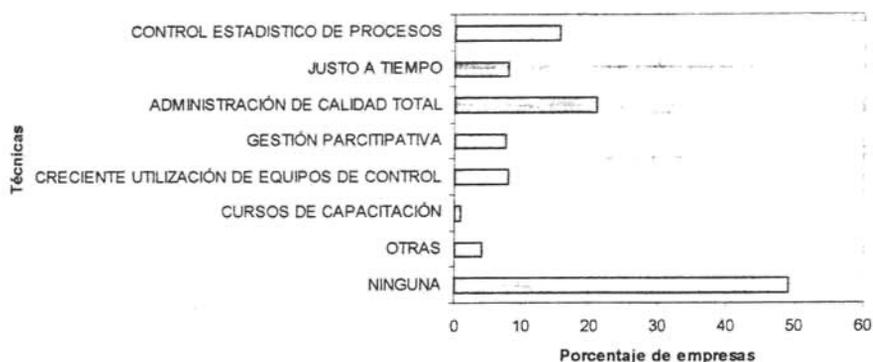
¹³ COMISION NACIONAL DE SUBSISTEMAS POPULARES actualmente ya desaparecida.

4.5 LA NECESIDAD DE FOMENTAR EL ANÁLISIS MICROECONÓMICO Y MODELOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES EN MÉXICO.

No cabe duda que se ha aplicado muy poco todo lo referente a la investigación de operaciones y la mayoría de las veces se ha aplicado para organismos de mayor tamaño, sin embargo hemos demostrado que partiendo de la base de un análisis microeconómico eficiente se pueden obtener resultados apropiados para las pequeñas y medianas empresas. ¿por qué no se hace entonces?, retomando uno de nuestros planteamientos es la falta de cultura hacia estas técnicas ya sea por desconocimiento o falta de confianza, pero definitivamente es muy necesario por no decir urgente crear una cultura hacia la utilización de estas herramientas ya que si no lo hacemos seguiremos teniendo las fallas que se han venido “arrastrando” desde muchos años atrás, está claro que cada vez se presentarán más problemas sin embargo poco se ha hecho por presentar soluciones, y cuando finalmente se decide aplicar alguna medida correctiva muchas veces ya es demasiado tarde, es por eso que reiteramos la importancia de aplicar el análisis microeconómico apoyado con modelos de investigación de operaciones para las empresas en México.

Podemos deducir entonces que la falta de conocimiento hacia este tipo de herramientas es visible a gran escala, y definitivamente en México se debe de implementar el uso de estas herramientas, ya que cerca del 50% de las empresas no utiliza algún tipo de técnica en calidad o productividad.

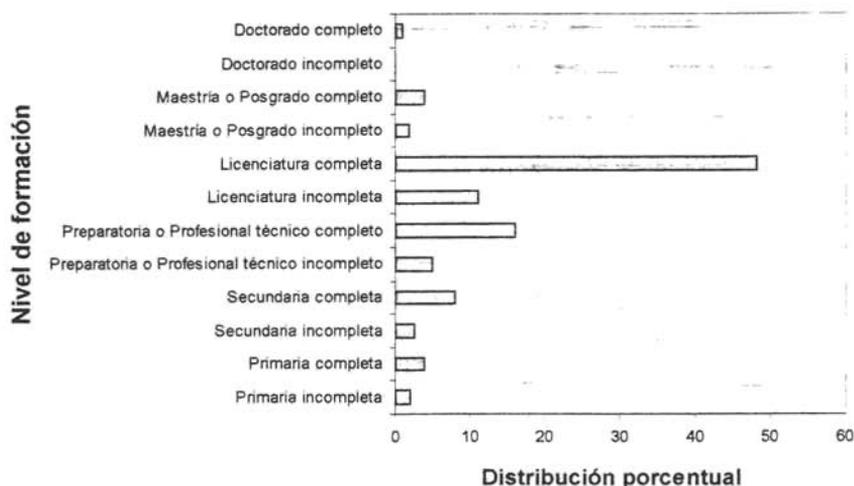
Empresas que utilizan técnicas de mejora en calidad y/o productividad



FUENTE: Datos de la Comisión Intersecretarial de Política Industrial.

Las estadísticas nos muestran una realidad alarmante, el análisis microeconómico ni siquiera aparece, el uso del control estadístico de procesos tampoco cuenta con un porcentaje importante de aplicación y muchas veces cuando se cuenta con los datos no se sabe que hacer. Pero ¿quién o quiénes deben encargarse de efectuar una planificación y producción eficiente?, pues lo aplican los mismos empresarios o los gerentes designados en turno, pero nuevamente debemos remitirnos a nuestra realidad, ya vimos el nivel de estudios de los empleados en México pero ¿qué hay de los mismos empresarios? ¿cuál es su nivel de preparación?, en nuestro país el 48% de los socios cuentan con el grado de licenciatura completa, como se muestra en la siguiente gráfica.

Distribución porcentual de socios que participan en la gestión directa de las empresas por nivel de formación



FUENTE: Datos de la Comisión Intersecretarial de Política industrial.

Se podría pensar que es un nivel alto pero hay que aclarar que dentro de este grupo hay Ingenieros, Médicos, Administradores, Contadores, etc. y como mencionamos anteriormente, en México la mayoría de las personas que trabajan con los modelos de investigación de operaciones son los Ingenieros, sin embargo muchas veces dejan de lado el análisis microeconómico ya que por lo general su formación no les permite contar con una visión más amplia de la problemática económica que predomina en nuestro país, y ya no hablemos de los otros profesionistas los cuales creen que con un par de medidas productivas (la mayoría hechas de forma muy superficial) un organismo puede funcionar a la par de los de otros países o de los que ya tienen más tiempo funcionando.

Se puede decir entonces que las herramientas que hemos descrito a lo largo de este trabajo no se aplican por desconocimiento total y miedo a aplicar ya que hay personas que conocen mucho sobre el tema, pero cuántas veces no hemos escuchado decir tanto a empresarios como a los gerentes “Tenemos muy claros nuestros planes estratégicos, no los

tenemos por escrito, pero todos sabemos a lo que nos dedicamos y nuestro objetivo es crecer un 20% o un 30% anual". Son buenos deseos pero ¿cómo? ¿me interesa más el crecimiento o la rentabilidad? ¿qué tipo de personal necesito para esto?, etc. son preguntas que se presentan cuando no se tiene definido cuales son los pasos a seguir, los economistas podemos presentar las respuestas a estas interrogantes, definiendo estrategias claras y cuantificables con una serie de opciones para varias situaciones gracias a un análisis de sensibilidad y al correcto análisis de nuestro estado inicial, ¿cuándo se hará esto? Pues cuando se fomente la cultura hacia el uso de las herramientas que hemos explicado y cuando haya un vinculación más fuerte entre los profesionistas y los diferentes tipos de industrias, cuando haya una divulgación más amplia sobre este tipo de materias en las Universidades e institutos de capacitación para personal, es por eso que este trabajo es un "granito de arena" para mejorar la situación en la cual nos encontramos viviendo y luchando día tras día.

México lo requiere, no se implementa casi nada de lo que hemos descrito, algunas veces se cuenta con información o recursos (ya sean monetarios o en especie) pero no se sabe que hacer, muchas veces se hace "algo" pero ese "algo" no es lo correcto y todo nos lleva a resultados adversos, es aquí donde radica la importancia del análisis microeconómico apoyado con la investigación de operaciones en México, ya que mostramos la necesidad de conocer bien en donde estamos y hacia donde queremos llevar a nuestra (s) organizaciones (con un adecuado análisis) y una vez bien definido esto, como lo vamos a hacer de una manera eficiente, se requiere de la utilización adecuada de métodos de optimización y asignación de recursos, y si se llega a presentar un cambio, la correcta aplicación de los elementos presentados en este trabajo mejorarán considerablemente esta situación, sin embargo es muy necesario fomentar todo lo que hemos dicho, sino continuaremos en la situación (que no es muy buena) en la que estamos e inclusive, si se puede empeorar ya que al creer que algunas soluciones son las correctas (soluciones que han sido presentadas muy a la ligera sin el cuidado pertinente), saldrá con la desmejora de lo que hasta ese momento ya se tenía y por tal motivo habrá quedado peor.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Uno de los principales objetivos de la ciencia económica consiste en asignar de una manera eficaz los recursos escasos y limitados, esto se hará de una manera correcta mediante el conocimiento de ciertos factores que tienen como fin tomar decisiones económicas de calidad que tienen que ver con la producción y consumo que los agentes económicos presentan.

El objetivo fundamental de este trabajo es mostrar la importancia que tiene el análisis microeconómico para una correcta toma de decisiones económicas, y una vez hecho esto, apoyar a dichas decisiones con modelos de optimización, en este caso los modelos de investigación de operaciones.

Gracias a la explicación sobre los elementos que conforman el análisis microeconómico, podemos comprender el alcance que dichos elementos tienen, su importancia y características hacen que todos esos factores sean claves para las empresas ya que día con día, éstas tienen que enfrentarse a varias decisiones, algunas de las cuales definirán el rumbo de la empresa en el corto y largo plazo.

Algunas personas tienen conceptos erróneos sobre lo que son los modelos de investigación de operaciones, y algunas otras (entre ellos estudiantes y profesionistas) ni siquiera se atreven a formular una definición. Al describir los modelos de investigación de operaciones abrimos la “puerta” a una serie de conceptos los cuales ayudan de una forma adecuada a la optimización de recursos, uno de los principales objetivos de los economistas.

Desafortunadamente en el último capítulo de la presente investigación se mostró lo que se ha aplicado en lo que concierne al análisis microeconómico y modelos de investigación de Operaciones en nuestro país, y sí, decimos desafortunadamente ya que es muy poco, motivo por el cual se deben tomar acciones que ayuden a remediar esta situación

tan desfavorable la cual se ve reflejada muchas veces en la calidad de vida que tiene la gente aquí en México.

Debido a la variedad de ejemplos utilizados en la aplicación de los Modelos de Investigación de Operaciones (tanto maximización como minimización), podemos concluir cuando resulta conveniente utilizar dichos modelos. Mencionamos que gracias a la naturaleza que tienen los modelos en cuestión, se pueden utilizar para resolver bastantes problemas pero sobre todo, aplicarlos para la optimización de recursos la cual, es urgente que cada vez sea más tomada en cuenta.

En cuanto a los egresados de la Licenciatura en Economía, se les ofrece una pequeña contribución sobre la forma en que se aplican los conceptos descritos en este trabajo. En base a esto, algunos problemas que se les presenten en su desempeño profesional y en su vida cotidiana podrán resolverse gracias a la aplicación de las herramientas que explicamos en la presente investigación.

Por tal motivo, mostrar la importancia del análisis microeconómico, la forma en que los modelos de investigación de operaciones apoyan los resultados del análisis microeconómico, conocer que son los modelos de investigación de operaciones, evidenciar el lugar que ocupan ambos conceptos en nuestro país, ver los casos en los cuales es factible utilizar estas herramientas, y apoyar a los egresados con ejemplos prácticos, nuestros objetivos planteados para este trabajo se han cumplido.

En base a las cifras que presentamos en el último capítulo, podemos observar una carente cultura hacia la aplicación de técnicas orientadas a la mejora de la calidad y productividad. Esta situación obliga a todos los integrantes de la actividad económica que tienen que ver con la producción de bienes y servicios a realizar actividades que conlleven poco a poco a la solución de este problema ya que de no ser así, nunca saldremos del estancamiento en el que nos encontramos y sin embargo la situación puede empeorar.

Roger Bacon¹ decía “El conocimiento en si es poder”. Al desconocer los factores integrantes del análisis microeconómico, no sabremos con certeza los resultados que podríamos enfrentar al llevar a cabo decisiones que involucran los factores que forman parte del análisis microeconómico y que lejos de llegar a buenos resultados, éstos podrían ser desfavorables, tal y como lo vimos con la aplicación de las formulas de elasticidad. Sin embargo al conocer la manera en que funcionan, **podremos** prevenir los resultados que se presentarán al momento de tomar una decisión.

De igual forma, al ver que en México no existe la suficiente cultura para tomar en cuenta el Análisis microeconómico y los modelos de Investigación de Operaciones, y las consecuencias negativas que esto trae consigo, las hipótesis planteadas para la presente investigación, se han cumplido.

Es por eso que en este trabajo hemos mostrado los lineamientos que se deben de tomar en cuenta lo más pronto posible para la toma de decisiones microeconómicas en las empresas de nuestro país, siendo éstas las que invariablemente se tienen una actividad constante en la asignación de recursos para su producción, distribución y consumo de los bienes y/o servicios que producen.

Cada uno de los elementos que conforman el análisis microeconómico juegan un papel muy importante para la toma de decisiones en las organizaciones, claro está que si bien las pymes comparten en su mayoría las mismas características, algunas difieren de otras por sus principios y orientaciones, motivo por el cual se presentaron bastantes elementos de análisis microeconómico.

Con esto nos referimos a que se deben de tomar en cuenta de manera muy especial a varios elementos del análisis microeconómico, por ejemplo, de los factores de oferta y demanda, se desprende toda una gama en cuanto a los factores que intervienen en la producción, adquisición, sustitución o cancelación del consumo de bienes y servicios, para que de esta forma podamos prevenir consecuencias y mejorar resultados.

¹ Filósofo y científico inglés del siglo XII.

La utilización de los elementos que conforman el análisis microeconómico facilitan la toma de decisiones a la que se tendrán que enfrentar en un determinado momento todas aquellas personas en las que recae cierto índice de responsabilidad y que son las encargadas de decidir las acciones a realizar, tal y como lo vimos en el ejemplo de las elasticidades en el capítulo III, ya que logramos llegar a la conclusión de que era viable un incremento en los precios de los productos de la compañía de video corporativo.

La microeconomía como rama de la teoría económica debe ser tomada en cuenta ya que cuando las empresas ponen en práctica de los elementos que la integran, pueden ofrecer resultados positivos los cuales se verán reflejados notablemente, y porque son las empresas la que en principio generan la actividad económica de cualquier entidad.

Factores como oferta, demanda, utilidad, producción, son trascendentales para la economía, y en especial para los agentes involucrados en el desarrollo de la actividad microeconómica, y sin embargo nos encontramos con la desfortuna de que a dichos elementos no se les atiende con la magnitud con que deberían ser tomados en cuenta.

Aunado a esta situación, hay personas que ni siquiera conocen otros conceptos microeconómicos y que al desconocerlos es posible que no los utilicen, o si los utilizan lo hacen de manera empírica y esporádica, tal es el caso de la función producción, los isocostos, la línea de restricción presupuestaria, y las elasticidades entre otros.

Conforme ha transcurrido el tiempo y desarrollo de las diferentes economías que existen en el planeta, la optimización de recursos siempre ha sido motivo de estudio y discusión, ya que algunos son más escasos que otros y esto ha orillado a ser cada vez más cuidadosos en el uso de éstos.

Varios estudiosos del tema han presentado trabajos e investigaciones que han contribuido al análisis de la optimización y asignación de recursos, y si bien sus trabajos

quedaron inconclusos en su momento, éstos han dado la pauta para continuar con las investigaciones y así llegar a los resultados favorables que tenemos actualmente².

En una economía la cual se ve afectada frecuentemente por la mala toma de decisiones y por el desconocimiento de herramientas eficaces para la correcta asignación y optimización de recursos es necesario recurrir a la utilización de modelos y personas capacitadas en el tema que, como ya mencionamos, es imperativo que realicen su función lo más pronto posible.

Los modelos de investigación de operaciones han demostrado su eficacia en organismos de cualquier tamaño, y al no contar en México con los suficientes métodos de optimización, los modelos de investigación de operaciones presentan una alternativa muy eficaz.

Cuestiones como optimización de la producción y la minimización de los costos son puntos que no han sido tomados en cuenta con la importancia con que deberían tenerla, ya que cualquier actividad que realicemos tiene que ver con estos dos factores, y por lo tanto los modelos de investigación de operaciones son un auxiliar muy importante para tratar este tipo de elementos.

En algunos casos cuando se tiene conocimiento de las partes que integran la microeconomía se puede dar una cuenta que no es suficiente con disponer de esos elementos, hay que complementarlos con más elementos o herramientas, al conjuntarlos con los modelos de investigación de operaciones se obtiene un buen resultado orientado hacia la toma de decisiones.

Una vez comprendidos estos elementos de gran importancia (el análisis microeconómico y los modelos de investigación de operaciones) mostramos como en su

² Tomemos como ejemplo a Goerge Dantzing con el método simplex, originalmente este método estaba orientado a actividades militares pero gracias a su eficacia ha podido ser utilizado para una gran diversidad de actividades

conjunto dan solución a diferentes cuestiones, en especial las que se encuentran cotidianamente las pymes , siendo éstas una parte fundamental en la economía mexicana.

Por lo mencionado anteriormente, es necesario incrementar conjuntamente todos nuestros esfuerzos en fomentar las herramientas del análisis microeconómico y dar a conocer los modelos de investigación de operaciones tanto en las instituciones educativas como en los organismos encargados de producir bienes y servicios (principalmente las pymes), ya que con todos los elementos planteados en la presente investigación nos encontramos con puntos muy sobresalientes, por ejemplo:

- Es fundamental que durante la formación del estudiante se presente un esquema más orientado a la aplicación de los factores integrantes de la microeconomía sin olvidar sus orígenes ya que si éstos se dejan de lado, no se contaría con las bases necesarias para su correcta aplicación.
- El desconocimiento de los elementos que forman la microeconomía han sido un obstáculo para la correcta toma de decisiones en las empresas de nuestro país.
- Es primordial que se presente un cambio de actitud por parte de los niveles de enseñanza y administrativos en las instituciones de educación superior a favor de un mayor énfasis hacia la enseñanza y programas de estudio de la investigación de operaciones pues ésta es una de las materias donde se le puede inculcar a los alumnos un interés por la investigación y desarrollar su capacidad analítica.
- La Investigación de operaciones brinda la oportunidad de disminuir el empirismo en cuanto a la toma de decisiones, siendo precisamente sus bases cuantitativas las que proveen de razonamientos más lógicos y sólidos al decisor.
- Tampoco significa que la Investigación de operaciones sea una fórmula ideal para alcanzar la optimalidad en las funciones de las empresas, sin embargo podemos afirmar

que son muchísimas las probabilidades de llegar a una buena decisión con la aplicación de los modelos de Investigación de operaciones que sin la ayuda de ésta.

- Promover la vinculación entre las diferentes asignaturas que conforman el plan de estudios, ya hemos visto que la microeconomía está ligada fuertemente con elementos como la estadística y las matemáticas, sin embargo en muchas ocasiones cada una de estas materias se enseñan de una forma muy independiente las unas de las otras dejando de lado los beneficios que se pueden obtener al trabajarlas en conjunto.
- Crear tanto en el plan de estudios como en actividades extracurriculares materias y cursos en las cuales se presenten y desarrollen temas como los que hemos visto en esta tesis.

Ya se ha demostrado que el sistema económico en el que vivimos actualmente tiene bastantes problemas y sin embargo poco se ha hecho por resolver esta problemática, motivo por el cual resulta conveniente formular la siguiente pregunta: ¿Qué más se puede hacer?.

Se dice que cuando se tienen cimientos fuertes es muy difícil que una construcción se derrumbe, en el caso de la formación académica sucede lo mismo. Desde la formación del estudiante en las aulas se debe de fomentar su interés hacia la investigación y desarrollo de modelos como los presentados en este trabajo, motivo por el cual se pueden realizar las siguientes acciones:

- Así como existe la materia de Taller de Matemáticas y Matemáticas aplicadas a la economía, creación de la materia de “Microeconomía aplicada”.
- Adición al plan de estudios la materia de Investigación de operaciones.
- Cursos de ambos temas ya sea en el período intersemestral o en base a la disponibilidad tanto de alumnos como de profesores.

En el plan de estudios que actualmente se viene ejerciendo, la materia de Matemáticas ha sido la base en los primeros semestres para que los estudiantes se familiaricen con todas las partes que integran a dicha materia, cuando llegan a ver la materia de Matemáticas aplicadas a la Economía ya no presentan tantas dificultades y en algunos casos varios estudiantes han sido capaces de presentar sus propios modelos matemáticos que si bien son sencillos, ellos mismos los crearon gracias a los conocimientos previos que tuvieron y que con un poco de ayuda extra han conseguido excelentes resultados.

Si bien la materia de microeconomía plantea varias aplicaciones, que mejor que una materia que después de haber conocido sus “cimientos” se pueda llegar a “construir” algo verdaderamente favorable. “Microeconomía aplicada” presentará a los alumnos una panorámica diferente ya que con los conocimientos previos, los estudiantes serán capaces de proponer nuevas aportaciones a la situación en la que muchos de ellos se encuentran inmersos.

Una vez adquiridos conocimientos sólidos de teoría económica (microeconomía) y su aplicación (Microeconomía aplicada), la conjunción con la materia de Investigación de Operaciones dará mejores resultados que si solamente se estudiara la Microeconomía sola.

La materia de Investigación de Operaciones se da en el plan de estudios de otras carreras, particularmente Ingeniería Civil es la carrera que por excelencia ofrece dicha materia en su plan de estudios, sin embargo al carecer de elementos tales como los que los economistas poseen, tienen ciertas deficiencias, sin embargo es algo similar a lo que ocurre con nuestra carrera, tenemos elementos de la teoría económica los cuales son fundamentales para el buen funcionamiento de las empresas, pero muchos desconocen la utilización de los modelos de optimización, presentándose así deficiencias al igual que en las otras carreras.

Para reforzar todo lo visto en el semestre, la creación de cursos intersemestrales sería de gran ayuda para plantear nuevas inquietudes y resolver dudas que por alguna u otra

razón no se aclararon del todo durante las clases ordinarias. También cabe aclarar que no necesariamente tienen que ser al final del semestre, sin embargo hay que admitir que es cuando los alumnos se encuentran con mejor disponibilidad de horario ya que al no tener que continuar con las obligaciones que demandan las demás materias se pueden dedicar de manera más “responsable” a las actividades que el curso requiere.

De igual forma los profesores cuentan con mayor tiempo, sin embargo también hay que mencionar que algunos profesores ya han dado este tipo de cursos y que han respondido de manera notable en base a la demanda que algunos estudiantes han tenido para este tipo de actividades, es decir, los profesores se han privado de su tiempo para satisfacer la petición de los alumnos que han solicitado este tipo de cursos, es por eso que se plantea que sean al final del semestre o cuando los profesores dispongan del tiempo necesario para dar un curso de calidad con todas las implicaciones que esto conlleva.

Estos puntos se pueden llevar a cabo cuando los estudiantes llevan a cabo sus estudios, pero se requiere un esfuerzo conjunto por parte de estudiantes, profesores y personal administrativo, sin embargo sobra decir que si los alumnos cuentan con una formación en base a los puntos que ya hemos mencionado, tendrán una ventaja muy considerable sobre otros que solamente han cubierto parte de dichos elementos, ya sea el análisis microeconómico o los modelos de investigación de operaciones.

Todo esto anterior tiene que ver de manera directa con las instituciones de educación, pero ¿qué hay del sector productivo en sí?, nuevamente remarcamos la importancia del esfuerzo que se debe de hacer en conjunto con el personal administrativo. Si bien es cierto que hay varios programas de vinculación entre la universidad y algunos organismos del sector productivo tanto públicos como privados, se debe de promover mediante varios programas (el de becarios podría ser un buen ejemplo) la demostración de la aplicación de elementos como los que presentamos en este trabajo, mediante la presentación de propuestas que sean de particular interés a los organismos encargados de producción y toma de decisiones en las cuales los factores microeconómicos se encuentran ligados en un mayor porcentaje.

Como se pudo observar en las cifras presentadas en el capítulo IV han existido varios programas creados por distintos organismos y poco se ha trabajado con ellos. Un problema que podríamos resaltar de todos esos programas a parte del desconocimiento del mismo programa en sí, es que si bien se ofrece un financiamiento, no se ofrecen las medidas que se deben de llevar a cabo para que ese financiamiento sea en verdad productivo. Por ejemplo, con el Fondo de Apoyo a la micro, pequeña y mediana empresa (FAMPYME) se ofrecen financiamientos principalmente en base al giro de empresa del que se trate, sin embargo no hay una propuesta en sí de cómo “debe de funcionar” tal financiamiento. Con la adición de gente con la formación adecuada y con propuestas en mano creadas por ellos y un grupo interdisciplinario se podría complementar tal programa para que se pueda llegar a resultados favorables para quien solicite este tipo de programa.

De igual forma podemos notar que el gobierno no hace prácticamente nada por mejorar la vinculación entre los sectores productivos y las instituciones de educación superior las cuales pueden ofrecer una alternativa muy viable a todos los sectores. Sin embargo, a veces los mismos sectores en sí no presentan interés ya que no se les ha dado las bases en las que estaría sustentada la forma en que se va a trabajar y los resultados que se pueden obtener, es por eso que remarcamos la necesidad de incrementar esfuerzos tanto de estudiantes, profesores y personal administrativo el cual en una primera instancia sería el encargado de establecer el contacto con dichos sectores y organismos, para que de esta forma en un futuro se logre un verdadero trabajo de equipo que ofrezca las soluciones que la economía de nuestro país necesita urgentemente.

La UNAM por sí misma ha conseguido lograr convenios importantes con diversas instituciones a pesar de todas las dificultades a las que se ha tenido que enfrentar, ya sea el poco o nulo apoyo del gobierno o la incompetencia de la gente que labora en dichas instituciones, etc. No obstante no podemos darnos por vencidos y debemos de continuar con nuestros esfuerzos hacia un planteamiento sólido de trabajo integrado por personas capacitadas apoyadas por personal administrativo y de vinculación.

Para llenar un vaso con agua se debe comenzar con una gota, para poner en marcha una microempresa se debe de empezar con una persona que ponga en práctica sus conocimientos de microeconomía aplicada, para fomentar la cultura hacia la aplicación de los elementos que conforman la microeconomía y el uso de modelos de investigación de operaciones se debe iniciar con trabajos como el que acabamos de presentar, ya que solamente la perseverancia es la que ha llevado a la conclusión de los objetivos que cuando fueron planteados en un principio parecían inalcanzables e imposibles, pero de igual forma que varios de los autores que discutimos a lo largo de esta investigación, ellos presentaron la pauta y fueron el eslabón de investigaciones que actualmente son materiales de consulta para muchos profesionistas, espero que con la culminación del presente trabajo se abran más opciones tanto dentro del plan de estudios como ya en el campo profesional ya que de esta forma todas las partes que se encuentran involucradas en la actividad económica se verán beneficiadas de una manera notable.

BIBLIOGRAFÍA.

ANDERSEN ARTHUR. Diccionario Espasa de Economía y Negocios. Edit. Espasa-Calpe. Madrid. 1997.

APARICIO ABRAHAM. Microeconomía. Dirección general de publicaciones y fomento editorial UNAM. México. 1ra ed. 2001.

ASIMAKOPOLUS A. Introducción a la teoría microeconómica. Edit. Vicens-vives. Barcelona. 1ra ed. 1983.

BRIGHMAN EUGENE, PAPPAS JAMES. Economía y administración. Edit. Interamericana. México. 2da ed. 1978.

BLAIR ROGER. Microeconomía con aplicaciones a la empresa. Edit. Mc Graw Hill. México. 1ra ed. 1983.

CALL STEVEN. Microeconomía. Gpo editorial Iberoamérica. México. 1ra ed. 1985.

CHIANG ALPHA. Métodos fundamentales de economía matemática. Amorrortu editores. Buenos Aires. 1ra ed. 1961.

CHRISTENSON CHARLES. Economía administrativa: textos y casos. Edit. CECSA. México. 1ra ed. 1979.

CORONA TREVIÑO LEONEL. Teorías económicas de la innovación tecnológica. Dirección de publicaciones IPN. México. 1ra ed. 2002.

DELFINO JOSÉ A. Microeconomía: principios básicos, aplicaciones y ejercicios. Edit. Eudecor. Argentina. 1ra ed. 2001.

EKELUND ROBERT. Historia de la teoría económica y su método. Edit. Mc Graw Hill. México. 2da ed. 1992.

EMERY DAVID. Principios de Economía. Edit. SITESA. México. 1ra ed. 1990.

EPPEN G.D. Investigación de operaciones en la ciencia administrativa. Edit. Prentice Hall. México. 3ra ed. 1992.

GARCÍA JOSÉ, MÜNCH LOURDES. Fundamentos de administración. Edit. Trillas. México. 5ta ed. 1990.

GARCÍA PÉREZ ANDRÉS. Elementos del método estadístico. Textos universitarios UNAM. México. 6ta ed. 1972.

- GLASS GENE, STANLEY JULIAN. Métodos estadísticos aplicados a las ciencias sociales. Edit. Prentice Hall 1ra ed. 1978.
- GOULD JOHN, LAZEAR EDWARD. Teoría microeconómica. Fondo de cultura económica. México. 3ra ed. 1994.
- HABER STEPHEN. Industria y subdesarrollo de México. Edit. Alianza. México. 1ra ed. 1992.
- HEILBRONER ROBERT. Economía. Edit. Prentice Hall. México. 7ma ed. 1987.
- HERRERÍAS ARMANDO. Fundamentos para la historia del pensamiento económico. Edit. Limusa. México. 5ta ed. 2002.
- HIRSHLEIFER JACK. Microeconomía: teoría del precio y sus aplicaciones. Edit. Prentice Hall. México. 1ra ed. 2000.
- HULL GALEN. Guía para la pequeña empresa: Tendencias en una economía global. Edit. Gemika. México. 1ra ed. 1988.
- INSTITUTO MEXICANO DE EJECUTIVOS DE FINANZAS. La competitividad de la empresa mexicana. NAFIN. México. 1ra ed. 1995.
- KANTOROVICH LEONID. La asignación óptima de los recursos económicos. Edit. Ariel. Barcelona. 1ra ed. 1968.
- KOUTSOYANIS A. Microeconomía moderna. Amorrortu editores. Buenos Aires. 1ra ed. 1985.
- LEFTWICH RICHARD. Sistema de precios y asignación de recursos. Edit. Interamericana. México. 3ra ed. 1978.
- LIEBERMAN GERALD, HILLIER FREDERICK. Introducción a la investigación de operaciones. Mc Graw Hill. México. 2da ed. 1989.
- LÓPEZ CACHERO MANUEL. Fundamentos y métodos de estadística. Edit. Piramide S.A. Madrid. 1ra ed. 1978.
- MARSHALL ALFRED. Principios de economía. Edit. Aguilar. Madrid. 4ta ed. 1963.
- MARTINEZ DEL CAMPO MANUEL. Industrialización en México. COLMEX. México. 1ra ed. 1985.
- MCCARTY MARILU. Economía administrativa y su aplicación a la empresa. Edit. Limusa. México. 1ra ed. 1991.

MENDENHALL WILLIAM, REINMUTH JAMES. Estadística para administración y economía. Edit. Wadsworth Internacional. E.U.A. 3ra ed. 1978.

MÉNDEZ JOSE SILVESTRE. Fundamentos de economía. Edit. Mc Graw Hill. México. 4ta ed. 2005.

MILLER ROGER. Microeconomía. Edi. Mc Graw Hill. Bogotá. 1ra ed. 1980.

MORA JOSÉ LUIS. Investigación de operaciones en informática. Edit. Trillas. México. 2da ed. 1986.

MOSKOWITZ HERBERT. Investigación de operaciones. Edit. Prentice Hall. México. 1ra ed. 1982.

NICHOLSON WALTER. Microeconomía intermedia y su aplicación. Edit. Interamericana. México. 2da ed. 1983.

PARKIN MICHAEL. Microeconomía. Edit. Addison Wesley. México. 5ta ed. 2001.

RÍOS GARCÍA VICTOR. Investigación de operaciones. Edit. IPN. México. 1ra ed. 1982.

SALVATORE DOMINICK. Microeconomía. 3ra ed. 1992.

SAMUELSON PAUL. Economía. Edit. Mc Graw Hill. México. 12va ed. 1987.

SASIENI MAURICE. Investigación de operaciones: métodos y problemas. Edit. Limusa. México. 1ra ed. 1967.

SCHETTINO MACARIO. Economía contemporánea: un enfoque para México y América Latina. Edit. Iberoamérica. México. 1994.

SOLDEVILLA EMILIO. Economía aplicada a la empresa y técnicas operativas de gestión. Edit. Hispano Europea. Barcelona. 1ra ed. 1971.

SPIEGEL MURRAY. Estadística. Edit. Mc Graw Hill. México. 1ra ed. 1975.

SPURR WILLIAM, BONINI CHARLES. Toma de decisiones en administración. Edit. Ciencia y Técnica S.A. México. 1ra ed. 1986.

TAHA HAMDY. Investigación de operaciones. Edit. Alfa Omega. México. 5ta ed. 1994.

TORANZOS FAUSTO. Estadística y aplicaciones. Ediciones Macchi. Buenos Aires. 1ra ed. 1997.

VALENCIA J. Como administrar pequeñas y medianas empresas. Edit. Ecasí. México. 1ra ed. 1985.

VARIAN HALL. Microeconomía intermedia: un enfoque moderno. Edit. A. Bosch. Barcelona. 1ra ed. 1987.

VICKREY WILLIAM. Microeconomía. Amorrortu editores. Buenos Aires. 1ra ed. 1969.

WATSON DONALD. Teoría de los precios. Edit. Trillas. México. 1ra ed. 1981.

DIRECCIONES DE INTERNET.

www.inegi.gob.mx

www.se.gob.mx

www.contactopyme.gob.mx

www.gestiopolis.com/emp/pymes.htm