
ANÁLISIS DIMENSIONAL PARA EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE UNA COMPUTADORA PORTÁTIL (LAPTOP)

Karla Gabriela Gómez Bull, Jorge Cano Ramírez

Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura. Instituto de Ingeniería y Tecnología
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Resumen

Con frecuencia las personas realizan inversiones en computadoras portátiles de tipo portátil, comúnmente conocidas como laptops, las cuales se realizan en función de análisis económicos, los cuales solo consideran aspectos financieros; sin embargo, estos equipos poseen diferentes atributos tanto objetivos como subjetivos, los cuales deben ser integrados en el proceso de toma de decisiones de inversión. Debido a que en México, durante el 2010, se registró que 38.9 millones de personas son usuarios de una computadora, en este artículo se presenta un caso de estudio para la aplicación de la técnica de Análisis Dimensional para la toma de decisiones al elegir una computadora portátil (laptop), donde se evalúan simultáneamente cinco atributos objetivos y dos subjetivos. Como conclusión se tiene que la técnica utilizada en este artículo es fácil de aplicar, además de que facilita la evaluación de varios atributos simultáneamente.

Palabras clave: Análisis Dimensional, computadoras portátiles, toma de decisiones, multi-atributos, inversiones.

Introducción

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación, (ordenadores, equipos multimedia, redes locales, Internet, T.V. digital, entre otros), son sistemas y recursos para la elaboración, almacenamiento y difusión digitalizada de información, basados en la utilización de tecnología informática (Domínguez, 2003).

Importancia de las TIC's

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) son hoy día instrumentos básicos para la investigación. La adopción y el uso eficiente de las TICs están ligados a la capacidad competitiva de los investigadores y las organizaciones en un marco de globalización de la ciencia, los investigadores constituyen un prototipo de "trabajadores del conocimiento". Su

actividad es intensiva en el manejo de información, la obtención y el procesamiento de datos (Monteagudo, 2004).

Esas TICs pueden ser divididas en tres agrupaciones, según la función que realicen: redes (telefonía fija, banda ancha, telefonía móvil, redes en el hogar, redes de televisión), terminales (computadoras, Internet, sistemas operativos, teléfono móvil, televisor, reproductores de audio y video, consolas de juegos) y servicios (correo electrónico, búsqueda de información, banca online, audio, música, TV, radio, entre otros) (Wikipedia Organization, 2010).

Estadísticas de usuarios de TIC's en México

Según datos recabados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía

(INEGI, 2010), se sabe que a mayo del 2010, en México, 38.9 millones de personas son usuarios de una computadora y 32.8 millones tiene acceso a Internet, dicha información se obtuvo por medio de la Encuesta en Hogares sobre Disponibilidad y uso de las Tecnologías de la Información. Además se informó que los usuarios de Internet registraron un aumento del 20.6 % respecto al 2009. En un rango de edad de 12 a 34 años, son quienes más utilizan el servicio de Internet con una participación del 66.8 % (INEGI, 2010).

Por medio de la encuesta realizada por el INEGI (2010), también se pudo identificar los diferentes usos que le dan los usuarios a las computadoras, y los resultados encontrados fueron los siguientes: labores escolares (53.4 %); actividades vinculadas con la comunicación (44 %); entretenimiento (37.9 %), y trabajo (32.2 %).

Marcas de Computadoras Portátiles (Laptops) en México

Existe una gran variedad de marcas de computadoras portátiles en el país, tales como; Hewlett Packard, Apple, Toshiba, Acer, Compaq, Sony, Samsung, BenQ, LG, Lanix, Dell, Lenovo, MacBook, Asus, entre otras ofrecidas por Office Depot (2011) y TELMEX (2011). Por lo cual, existe una gran gama de opciones a elegir al adquirir una computadora portátil tipo laptop.

Técnicas para la Toma de Decisiones Multicriterio

Existen diferentes técnicas para facilitar la toma de decisiones multicriterio, García y Noriega (2008), mencionan que estas técnicas son poco conocidas, pero tienen la ventaja de poder integrar en la

evaluación aspectos económicos, estratégicos, sociales y tecnológicos, por lo que se recomienda ampliamente su uso. Entre estas técnicas se encuentran, el Modelo Lineal Aditivo (MLA), Técnica de Preferencias Ordenadas por Similitud a una Solución Ideal (TOPSIS), método MOORA, Proceso de Jerarquía Analítica (AHP, Analythic Hierarchy Process) y Análisis Dimensional (AD), este último será utilizado para esta investigación debido a que con ésta técnica es posible obtener un modelo para la toma de decisiones más fácil y seguro, lo que supera a todos los problemas de atributos de dimensión o escalas de medición diferentes, además este enfoque es menos sensible a los juicios de expertos (Braglia y Gabbrielli, 2000).

Problema e Investigación

La elección del tema, se debe a la complejidad que implica el invertir dinero y tiempo en seleccionar una computadora portátil, ya que éstas cuentan con diferentes atributos, tanto objetivos como subjetivos a considerar para su elección. El objetivo principal de este trabajo, es mostrar la aplicación de un modelo para la toma de decisiones multiatributo basado en la técnica de Análisis Dimensional para facilitar la elección de este tipo de Tecnologías de la Información.

Metodología

Para comenzar con el análisis del problema planteado, primero se determinaron los atributos a evaluar para elegir una computadora portátil (laptop), los cuales fueron integrados por medio de la técnica de Análisis Dimensional, la cual es explicada más adelante.

Atributos

Corrales y García (2011) mencionan que los atributos que tienen una influencia relevante para la toma de decisión sobre la inversión en una computadora portátil tipo laptop en orden descendente, son: Capacidad de disco duro, conectividad inalámbrica, compatibilidad, procesador, uso, garantía, antivirus y tarjeta de video.

Para efectos de esta investigación, se utilizaron los siguientes atributos, que son: Reputación de la marca, microprocesador, capacidad de disco duro, memoria RAM, costo inicial y duración de la batería, las cuales fueron elegidas después de aplicar una encuesta realizada en el Instituto de Ingeniería y Tecnología. Cada uno de los atributos se describe a continuación.

Reputación de la marca: Se refiere al prestigio que tiene el fabricante entre los diferentes usuarios conocidos por esta familia y a la opinión personal que ellos se han formado, para lo cual han considerado las fallas técnicas reportadas, dificultad para conseguir partes o componentes, cantidad de proveedores de componentes, entre otros. Este atributo es subjetivo y se desea maximizar.

Microprocesador: Tiene que ver con la velocidad que desarrolle la computadora, tanto para recibir las órdenes que se le envían desde el teclado y el mouse, como para ejecutar los programas o software que se le instala. Este atributo es objetivo, se mide en giga-hertzios (GHz) y se desea maximizar.

Capacidad de disco duro: Aquí se almacenan todos los datos y software que se le instalan a la computadora. Este atributo es objetivo, se mide en gigabytes (GB) y se desea maximizar.

Memoria RAM (RAM): Tiene una función similar a los microprocesadores y permite el almacenamiento temporal de la información. Este atributo es objetivo, se mide en megabytes (GB) y se desea maximizar.

Costo inicial: Se refiere al desembolso inicial y único que se pagará por la computadora. Este atributo es objetivo, se expresa en dólares americanos (US\$) y se desea minimizar.

Duración de la Batería: es la cantidad de tiempo en horas que la batería puede estar alimentando a la computadora sin la necesidad de conectarse a la red eléctrica. Es un atributo objetivo y se desea maximizarlo.

Se eligieron cinco computadoras portátiles (laptop) potenciales a ser adquiridas, las cuales son representadas por la nomenclatura A^1 , A^2 , A^3 , A^4 y A^5 . Enseguida se les asignó su valor correspondiente según el atributo y se procedió a aplicar la técnica de Análisis Dimensional, misma que se expone a continuación.

Enfoque Matricial para la Toma de Decisiones

Supóngase de forma genérica que J atributos objetivos y L atributos subjetivos se han identificado en relación con el problema de selección de k alternativas de computadoras portátiles (laptop). Los J atributos objetivos son expresados por X_1, X_2, \dots, X_J , y los L atributos subjetivos se identifican por $X_{J+1}, X_{J+2}, \dots, X_{J+L}$ (Parkan y Wu, 1999). Se definieron los atributos objetivos de las computadoras portátiles y se formó la matriz de valores objetivos (VO) correspondiente, expresada en la ecuación (1).

$$VO = \begin{matrix} A^1 \\ A^2 \\ \vdots \\ A^k \end{matrix} \begin{bmatrix} X_1^1 & X_2^1 & \dots & X_j^1 \\ X_1^2 & X_2^2 & \dots & X_j^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_1^k & X_2^k & \dots & X_j^k \end{bmatrix} \quad (1)$$

Donde: X_j^k es el valor del atributo j para las computadoras portátiles (laptop) A^k para $k=1, \dots, K$ y $j=1, \dots, J$.

Los valores para atributos subjetivos de las computadoras portátiles, fueron asignados por un grupo de decisión. Se seleccionaron 15 personas (P) conocedoras de computadoras portátiles e interesadas en adquirir una de éstas, cada uno de ellos calificó los K atributos subjetivos, a los que se llamó grupo de decisión (GD). Los P elementos del GD asignaron un valor para cada atributo subjetivo (L) en este caso $L=1$ utilizando la escala de Likert, que tomó valores entre el 1 y el 9, de menor a mayor importancia. Cada uno de los elementos del grupo de decisión, formó una matriz de valores subjetivos (VS) como en la ecuación (2) (García *et al.*, 2010).

$$VS^p = \begin{matrix} A^1 \\ A^2 \\ \vdots \\ A^k \end{matrix} \begin{bmatrix} X_{j+1}^{1p} & X_{j+2}^{1p} & \dots & X_{j+L}^{1p} \\ X_{j+1}^{2p} & X_{j+2}^{2p} & \dots & X_{j+L}^{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{j+1}^{kp} & X_{j+2}^{kp} & \dots & X_{j+L}^{kp} \end{bmatrix} \quad (2)$$

para $p=1, 2, \dots, P$

Las P matrices VS^p que proveen los integrantes del GD, se suman elemento por elemento, generando una matriz total, en la cual se divide cada uno de sus elementos entre el valor de P , obteniéndose así el juicio promedio con que se ha calificado a una alternativa en relación a un atributo. En tal caso se asume que los integrantes del GD, es decir los conocedores de computadoras portátiles, son racionales y lógicos en su juicio. Así, la matriz de valores subjetivos total, VST, se determina mediante (3) (García *et al.*, 2010).

$$VST = \sum_{p=1}^P VS^p / P = \begin{matrix} A^1 \\ A^2 \\ \vdots \\ A^k \end{matrix} \begin{bmatrix} X_{j+1}^p & X_{j+2}^p & \dots & X_{j+L}^p \\ X_{j+1}^p & X_{j+2}^p & \dots & X_{j+L}^p \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{j+1}^p & X_{j+2}^p & \dots & X_{j+L}^p \end{bmatrix} \quad (3)$$

Donde $X^k J + 1 = \frac{\sum_{p=1}^P X^{kp} J + 1}{P}$ para $k=1, \dots, K, l=1, \dots, L$ es la calificación promedio de los P expertos para A^k con respecto al atributo subjetivo X_{j+1} .

Combinando la matriz de valores objetivos y la de valores subjetivos, se construye la matriz de decisión final, denominada MDF , para el problema de decisión planteado anteriormente, como se ilustra en la ecuación (4).

$$MDF = [VO, VST] = A^1 \begin{bmatrix} x_1^1 \dots x_j^1 x_{j+1}^1 \dots x_{j+z}^1 \\ x_1^2 \dots x_j^2 x_{j+1}^2 \dots x_{j+z}^2 \\ \vdots \\ x_1^k \dots x_j^k x_{j+1}^k \dots x_{j+z}^k \end{bmatrix} \quad (4)$$

Análisis Dimensional

El análisis dimensional indica que las relaciones que permiten evaluar un fenómeno, aunque no se puedan establecer de forma racional, son dimensionalmente homogéneas e idénticas cualquiera que sea el sistema coherente de unidades utilizado. Esta propiedad permite agrupar de forma selectiva las variables expresadas en magnitudes fundamentales, para originar unos valores relativos al fenómeno estudiado (Hermida, 2000).

Análisis Dimensional (AD) es una técnica que ha sido empleada recientemente en el proceso de toma de decisiones, misma que se describe a continuación. AD es una técnica matemática que de manera sistemática combina varios atributos heterogéneos en un índice adimensional único, y esto es debido a que muy posiblemente los atributos en evaluación estén expresados en unidades o escalas diferentes. Así por ejemplo, el costo de la computadora portátil estará expresada en dólares, el microprocesador en GHz, la capacidad de disco duro está representada en GB al igual que la memoria RAM, la duración de la batería es expresada en horas, y por último, la reputación de la marca es una ponderación asignada por las personas del grupo de decisión. Así, teniendo en cuenta los diferentes atributos a evaluar en K posibles alternativas de computadoras portátiles a elegir, un enfoque convencional de AD requiere una comparación de las computadoras portátiles basada en la ecuación (5) (Buckingham, 1941; Bridgman, 1931).

$$AD = \prod_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{Y_i} \right)^{W_i} \quad (5)$$

donde X_i , Y_i y W_i representan los valores para el atributo i para cada computadora portátil, y el peso o nivel de importancia asignado al atributo i , respectivamente. Las ponderaciones se basan generalmente en juicios de expertos y debe reflejar la importancia relativa asignada a los atributos de desempeño evaluados. El rango de valores posibles de W_i sólo es limitado por la capacidad de los elementos del grupo de decisión para distinguir la importancia relativa de los atributos analizados (García *et al.* 2010).

Para evitar un análisis basado en muchas comparaciones pareadas, Willis *et al.* (1993) estudiaron un problema de selección de proveedores en un sistema Justo a Tiempo (JIT) y propusieron una versión modificada del modelo que aparece en la ecuación (5), en la que el rendimiento de los atributos de cada alternativa (es decir, el proveedor) se compara con respecto a una alternativa estándar o ideal (proveedor ideal). El nuevo índice de rendimiento está dado por la ecuación (6) e indica una medida de semejanza (IS) que tiene cada una de las alternativas en evaluación con respecto a la alternativa ideal.

$$IS = \sqrt[W]{\prod_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{S_i} \right)^{W_i}} \quad (6)$$

Dónde: S_i representa el valor del atributo i de la alternativa estándar o ideal y $W = \sum_{i=1}^n |w_i|$. El peso puede asumir un valor negativo cuando el atributo correspondiente tiene un efecto negativo para la empresa, como este caso de estudio lo es el costo inicial. Para la ponderación de los atributos, se usó la técnica de votación y promedios o de asignación directa (Parkan y Wu, 1999, Goh *et al.*, 1996), donde se solicita a los

integrantes del grupo de decisión que emitan sus juicios sobre la importancia que tiene para cada uno de ellos los atributos evaluados, mismos que se califican en una escala Likert. Las calificaciones obtenidas por cada uno de los atributos son promediadas, según (7).

$$W_i = \frac{\sum_{R=1}^P O_{iR}}{P} \text{ Para } R = 1, 2, \dots, P \quad (7)$$

Dónde:

O_{iR} = Es juicio emitido por el experto R para el atributo i

w_i = Es la ponderación para el atributo i

N = Es el número total de atributos

P = Es el número de expertos que emiten su juicio

Resultados: caso de estudio

Como se mencionó anteriormente, el caso de estudio consiste en la comparación de 5 computadoras portátiles de diferentes marcas, que se encuentran disponibles en el mercado, para determinar qué computadora portátil es más conveniente elegir.

La Tabla 1 muestra los valores de cada atributo objetivo, correspondientes a las computadoras portátiles elegidas, no se menciona la marca de éstas por respeto a las marcas.

Los resultados de las ponderaciones de los cinco expertos encuestados, para el atributo subjetivo, reputación de la marca, son mostrados en la Tabla 2, donde se obtuvo un promedio final para cada marca de computadora portátil.

Tabla 1. Matriz de Valores Objetivos

Computadora	Microprocesador (MHz)	RAM (MB)	Disco Duro (GB)	Costo Inicial (\$)	Duración de la batería (Hrs)
A ¹	2.3	3	320	350	2
A ²	2.13	2	320	380	4
A ³	2.3	2	250	300	4.15
A ⁴	2.4	3	500	430	4
A ⁵	2.13	4	500	530	5

Tabla 2. Estimación de Valores Subjetivos

Marca de Laptop	Reputación de la Marca					
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	Promedio
A ¹	7	8	5	9	8	7.40
A ²	9	7	4	5	4	5.80
A ³	6	7	7	9	5	6.80
A ⁴	8	8	9	9	8	8.40
A ⁵	9	9	8	8	4	7.60

En la tabla 3, se muestran la matriz de decisión final, donde se encuentran todos los atributos de las computadoras portátiles, tanto objetivos como subjetivos. En el último renglón de esta tabla se puede observar que la computadora portátil ideal

sería la que tenga un microprocesador de 2.4 GH, memoria RAM de 4 GB, disco duro de 500 GB, con costo inicial de 300 USD, una duración de la batería de 5 horas y que la reputación de la marca sea de 8.40.

Tabla 3. Matriz de Decisión Final

Computadora	Microprocesador	RAM	Disco Duro	Costo Inicial	Duración de la batería	Reputación de marca
A ¹	2.3	3	320	350	2	7.40
A ²	2.13	2	320	380	4	5.80
A ³	2.3	2	250	300	4.15	6.80
A ⁴	2.4	3	500	430	4	8.40
A ⁵	2.13	4	500	530	5	7.60
A ⁺	2.4	4	500	300	5	8.40

En la Tabla 4, se muestra la estimación de los niveles de importancia de cada uno de los atributos evaluados, el peso del costo inicial en el último renglón se

encuentra con valor negativo, debido a que es lo que se desea minimizar, mientras que todos los demás permanecen positivos, indicando que se busca maximizarlos.

Tabla 4. Estimación de Niveles de Importancia de Atributos

Ei	Microprocesador	RAM	Disco Duro	Costo Inicial	Duración de la batería	Reputación de marca		
E ₁	7	8	6	9	5	7.00		
E ₂	7	9	7	6	8	9.00		
E ₃	4	6	8	9	6	9.00		
E ₄	8	9	9	7	7	9.00		
E ₅	5	8	8	9	5	8.00		
S	6.20	8.00	7.60	8.00	6.20	8.40		
w _i	6.20	8.00	7.60	-8.00	6.20	8.40	W	44.40

En la Tabla 5, se muestra la columna que contiene el IS de cada una de las computadoras portátiles (laptop) evaluadas, y la última columna incluye el nivel de preferencia, es decir, el orden en que se deben elegir cada una de las alternativas.

Según los resultados arrojados al aplicar el Análisis Dimensional, la computadora portátil que debe ser elegida es la A5, debido a que cumple con el 87.10% de la Alternativa Ideal.

Tabla 5. Índices de Semejanza

Computadora	Microprocesador	RAM	Disco Duro	Costo Inicial	Duración de la batería	Reputación de marca	IS	Nivel de Preferencia
A ¹	0.7681	0.1001	0.0336	0.2914	0.0034	0.3448	0.7306	3
A ²	0.4771	0.0039	0.0336	0.1509	0.2507	0.0446	0.6964	5
A ³	0.7681	0.0039	0.0052	1.0000	0.3150	0.1695	0.7294	4
A ⁴	1.0000	0.1001	1.0000	0.0561	0.2507	1.0000	0.8626	2
A ⁵	0.4771	1.0000	1.0000	0.0105	1.0000	0.4314	0.8710	1

Conclusiones

Con la aplicación de la técnica multicriterio que se realizó de las cinco alternativas en evaluación, se determinó que debía elegirse la alternativa A⁵, la cual tenía un microprocesador de 2.13 GHz, una memoria RAM de 4 GB, una capacidad de disco duro de 500 GB, tiene un costo de 530 US\$, con duración de la batería de 5 horas y

la reputación del fabricante es 8, al igual que la calidad del servicio del proveedor. Sin embargo, al analizar los datos contenidos en la Matriz de Decisión Final que aparece en la Tabla 3, se observa que esta alternativa posee semejanza con la alternativa ideal, ya que es igual en relación a la capacidad de los atributos RAM, Disco Duro y Duración de la batería.

Al haber realizado este estudio utilizando la técnica de análisis dimensional, se demostró que es un método realmente sencillo que cualquier persona puede utilizar sin la necesidad de comprar algún software costoso, por el contrario cualquier persona que tenga conocimientos básicos de una hoja de cálculo (Excel) puede realizar este estudio con el objetivo de facilitar la toma de decisiones, permitiendo elegir la alternativa ideal.

Referencias

Braglia M. y Gabrielli R. 2000. *Dimensional Analysis for Investment Selection in Industrial Robots*. International Journal of Production Research. 38(18): 4843-3448.

Bridgman PW. 1931. *Dimensional Analysis*, (New Haven: Yale University Press).

Buckingham E. 1941. *On physically similar systems: illustration of the use of dimensional equations*. The Physician Review. 4: 345- 376.

BESTBUY. 2011. Consultado: <http://www.bestbuy.com>

Corrales RA. y García JL. 2011. *Validación de Cuestionario y Análisis Descriptivo de Atributos Considerados al Invertir en Equipo de Cómputo*. Juárez Academia Journals.

Domínguez M. 2003. *Las tecnologías de la información y la comunicación: sus opciones, sus limitaciones y sus efectos en la enseñanza*. Nómadas.8. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas.

García JL. 2011. *Modelo Multicriterio Para Evaluación y Selección de una Computadora de Escritorio*.

García JL. Meza J. Escamilla M. y Llamas R. 2010. *Evaluación y Selección de Tractores Agrícolas con Análisis Dimensional*. Revista de la Ingeniería Industrial. 4.

García, J.L. y Noriega, S.A. (2008). "Evaluación Multicriterio y Multiatributos de Tractores Agrícolas: Un Modelo y Caso de Estudio". *Agricultura Técnica en México*. Vol. 34 Núm. 4.

Hermida JR. 2000. *Fundamentos de Ingeniería de Procesos Agroalimentarios*. Tecnología de alimentos. 51-54.

INEGI. 2010. *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares 2009*. (ENDUTIH), INEGI, México, D.F.

Monteagudo, J.L. (2004). "Tecnologías de la Información y Comunicaciones". *Educación Médica*. Volumen 7, suplemento 2.

OFFICE DEPOT. 2011. Consultado: <http://store.officedepot.com.mx>

Parkan C. y Wu L. 1999. *Decision-making and performance measurement models with applications to robot selection*. Computers & Industrial Engineering. 36 (3): 503-523.

TELMEX. 2011. Consultado: <https://www.tienda.telmex.com>

Willis TH. Huston CR. y Pohlkamp F. 1993. *Evaluation measures of just-in-time supplier performance*. Production and Inventory Management Journal. Second Quarter 1- 6.