

# Índice de satisfacción laboral

Emeterio Franco Pérez\*  
Osva Antonio Montesinos López  
Martha Alicia Magaña Echeverría  
Humberto Refugio Tene

## Resumen

El presente artículo propone un índice de satisfacción laboral utilizando el método de componentes principales. Para formar el índice se realiza la agregación directa de los primeros componentes principales, ponderados por la desviación estándar de cada uno. Este índice consigue cuantificar y resumir en un dato la satisfacción laboral de cada trabajador (a), expresándose en valores entre 0 y 100, lo cual facilita su interpretación y la toma de decisiones correspondientes. Adicionalmente, la metodología se aplicó a una base de datos con información de satisfacción laboral.

## Abstract

This article proposes an index of job satisfaction by using the method of principal components. In order to form the index the direct aggregation is done for the first major components, weighted by the standard deviation of each. This index gets quantify and summarize the data in a job satisfaction of every employee (a), speaking on values between 0 and 100, making it easier to interpret and make decisions. Additionally, the methodology is applied to a database with information on job satisfaction.

**Palabras clave:** satisfacción laboral, componentes principales y trabajador (a)

**Key word:** Job satisfaction, principal components and employee

## Introducción

Esta investigación se realiza a partir de los resultados de la aplicación del instrumento de recolección de datos eme03 a una muestra aleatoria simple de 249 trabajadoras. Debido principalmente al número de ítems (48) que contiene el instrumento, esto a pesar de que se han realizado investigaciones que agrupan los ítems en factores. Por ello, en el presente trabajo se propone un índice que cuantifica y resume en un valor la satisfacción laboral de cada trabajador (a).

\* Facultad de Contabilidad y Administración, Campus Colima, Universidad de Colima. Av. Universidad 333. Campus Colima. CP 28040. Correo electrónico: francopez@uocol.mx. Facultad de Telemática, Universidad de Colima. México.

Todo esto con la finalidad de facilitar la toma de decisiones a los dueños o gerentes de las pymes y grandes empresas ya que el instrumento puede ser utilizado sin importar el tamaño de la organización.

## **Materiales y métodos**

### *Instrumento*

Se han desarrollado múltiples instrumentos de medición para la satisfacción laboral. Meliá, Peiró y Calatayud (1986) elaboraron el cuestionario de satisfacción laboral S4/82, con 82 ítems en seis factores. Con el fin de disminuir el tiempo de aplicación, Meliá y Peiró (1989) realizaron las versiones S20/23 y S10/12 de este cuestionario que constan de 23 ítems y 5 factores, y de 12 ítems y tres factores respectivamente. Todos estos cuestionarios presentan una escala de tipo Likert de 7 puntos. Este tipo de formato de respuesta implica altos costos temporales y dificultad en algunos de los rangos de las respuestas frecuentemente relacionados con la edad, nivel profesional y educativo de los sujetos. Otro de los aspectos de suma relevancia en esta escala es el número de respuestas que proporcionan los sujetos en el aspecto de “indiferente”. De acuerdo con lo anterior Meliá et al. (1990) desarrollaron el cuestionario S21/26 conformado por 26 ítems con respuesta dicotómica, con la finalidad de resolver las dificultades que presentan los cuestionarios con la escala de Likert anteriormente desarrollados.

Es importante resaltar que en esta investigación se aplicó un cuestionario con preguntas dicotómicas con la finalidad de probar la vigencia y la viabilidad de la aplicación de la teoría de Frederick Herzberg en este caso. Para lograr los dos objetivos anteriores se realizaron dos investigaciones, una de tipo cualitativo y otra de tipo cuantitativo. La investigación cualitativa realizada arrojó tres categorías adicionales a las que había considerado Frederick Herzberg en su teoría de dos factores. Por lo tanto, se propuso un factor adicional a la teoría de referencia que denominamos satisfacción de la trabajadora. Con base en estos tres factores, en la revisión de literatura (revisión de instrumentos para medir la satisfacción e insatisfacción en el trabajo), en la cultura y el lenguaje que se emplea en México, y tomando como referencia el cuestionario S21/26 elaborado por Meliá et al. (1990), Franco (2006) construyó un instrumento para medir la satisfacción e insatisfacción considerando tres factores. Este instrumento es el que se usó para medir la satisfacción e insatisfacción en la muestra calculada. El instrumento

en cuestión está dividido en los factores siguientes: satisfacción en el trabajo, insatisfacción en el trabajo y satisfacción de la trabajadora. El factor de satisfacción consta de 7 categorías con 15 ítems, el factor de insatisfacción consta de 9 categorías con 28 ítems y por último, el factor de satisfacción de la trabajadora consta de 2 categorías y 5 ítems, es decir, este instrumento está conformado por 3 factores, 18 categorías y 48 ítems de respuesta dicotómica.

La validación del instrumento se realizó para los siguientes aspectos: validez de contenido, validez de constructo y la fiabilidad del cuestionario. Para la validación del cuestionario se aplicó a una muestra piloto a 24 trabajadoras expertas en su trabajo. Antes de contestar el cuestionario, se les indicó a las obreras que leyeran en forma cuidadosa cada una de las preguntas y donde no entendieran el significado de la misma lo manifestaran, lo anterior fue con la finalidad de realizar la corrección en la redacción de las preguntas. Los resultados fueron los siguientes: se modificó la redacción de las preguntas 9, 20, 22, 23, 34, 35 y 46. Los cambios de redacción fueron sencillos pero importantes, ya que con los pequeños ajustes el cuestionario fue comprendido por la población en cuestión en el momento de la aplicación en el tamaño de la muestra. La validez de constructo se realizó aplicando el instrumento a una muestra probabilística obtenida bajo muestreo aleatorio simple de 249 personas. La fiabilidad del cuestionario se realizó considerando la muestra de 249 trabajadoras y los resultados obtenidos fueron los siguientes: 0.789 con el coeficientes de alpha de Cronbach y 0.764 con el coeficiente de Guttman, los cuales valoran la consistencia interna de la escala completa. Con los valores anteriores se demuestra que el cuestionario está adecuadamente diseñado.

### *Tamaño de muestra*

La población estaba constituida al momento del estudio por N=618 mujeres obreras sindicalizadas de una empresa manufacturera dedicada al ensamble de partes automotrices ubicada en la ciudad de Querétaro, Qro., México. De esta población (N=618) utilizando el muestreo aleatorio simple para estimar una proporción con una confiabilidad  $(1-\alpha)$  de 95 %; suponiendo normalidad  $(96 \ 1 \ 025 \ 0 \ 2 \ . \ . \ / \ = \ = \ Z \ Z \ \alpha)$ , varianza máxima  $(p=q=0.5; pq=0.025)$ , un error máximo admisible (E) de 5%, se determinó que el tamaño de muestra requerido para el estudio es de 237. Es decir, se seleccionó al azar de las N=618 mujeres que conforman a la población a 237 mujeres para el estudio. La muestra conside-

rada para este estudio representa 40.29% del total de la población de mujeres que trabajan en esta organización y específicamente en las áreas productivas; en términos del grado de escolaridad se ubica fundamentalmente en tres niveles educativos, siendo éstos los siguientes: con estudios de secundaria se encontró 59.34%, con primaria terminada 21.29% y con preparatoria terminada 17.67%; en cuanto al estado civil 58.23% son solteras, 19.68% casadas y 15.26% madres solteras. La edad de la muestra es predominantemente joven, al concentrarse 71.08% en los dos rangos siguientes: de 16 a 20 años y de 21 años a 25 años. En cuanto a dependientes económicos de la trabajadora, 31.73% tienen dos dependientes, 15.26% tienen tres dependientes y 15.26% tienen un dependiente, de tal manera que en los tres renglones anteriores se concentra 62.25% del total de la muestra. Respecto a la antigüedad de la trabajadora en la empresa, se observa que 63.86% del total de la muestra tiene menos de un año de antigüedad en la empresa. En cuanto al tipo de contrato de trabajo, el análisis arrojó que 47.79% de la muestra son eventuales. Por último, con relación al salario diario que percibe la trabajadora, 65% de la muestra percibe en promedio un salario de \$118.00.

### *Aplicación del instrumento*

La encuesta se aplicó en una sala con capacidad para 30 personas; sin embargo, para obtener un mayor control, la aplicación del instrumento se realizó en grupos de 15 trabajadoras. Ya en la sala, al grupo de trabajadoras se les explicaba detalladamente el objetivo de la encuesta y las instrucciones para su llenado, proporcionándoles hasta 30 minutos para el llenado; afortunadamente, todas lo terminaron en menos de 25 minutos. Conforme iba terminando, cada trabajadora entregaba al investigador el cuestionario para su revisión, cuando se encontraban preguntas sin responder se le solicitaba a la trabajadora que contestará los ítems faltantes, en estos casos la respuesta fue positiva por parte de las trabajadoras. Este instrumento se aplicó en el mes de agosto de 2006. Una vez finalizada la aplicación del instrumento, se conformó una base de datos para su posterior análisis e interpretación.

### *Conceptos básicos sobre indicadores*

Un indicador es una medida de la parte observable de un fenómeno que permite valorar otra porción no observable de dicho fenómeno (Chevalier et al., 1992).

Éste se convierte en una variable proxy que indica determinada información sobre una realidad que no se conoce de forma completa o directa, tales como el nivel de desarrollo, el bienestar y la satisfacción laboral. Por otra parte, como señala Ott (1978), un indicador puede ser la forma más simple de reducción de una gran cantidad de datos, manteniendo la información esencial de acuerdo a los objetivos planteados. El indicador ha de permitir una lectura sucinta, comprensible y científicamente válida del fenómeno a estudiar. En este sentido, la aproximación de Gallopín (1996) resulta más interesante desde la óptica de la teoría de sistemas. Este autor define a los indicadores como variables (y no valores), es decir, representaciones operativas del atributo (calidad, característica, propiedad) de un sistema. Los indicadores son imágenes de un atributo, los cuales son definidos en términos de un procedimiento de medida u observación determinada. Cada variable puede asociarse a una serie de valores o estados a través de los cuales se manifiesta.

Las tres funciones básicas de los indicadores (OCDE, 1997) son: simplificación, cuantificación y comunicación. Los indicadores han de ser representaciones empíricas de la realidad en las que se reduzcan el número de componentes. Además, han de medir cuantitativamente (al menos establecer una escala) el fenómeno a representar. Para Fricker (1998), estas tres funciones se desglosan en un total de cinco para el caso de los indicadores sociales: utilidad informativa, predictiva, orientada hacia la resolución de problemas, evaluadora de programas y definitoria de objetivos. Normalmente se distingue entre indicadores simples e indicadores complejos, sintéticos o índices. Los primeros hacen referencia a estadísticas no muy elaboradas, obtenidas directamente de la realidad, normalmente presentadas en forma relativa a la superficie o población. La información que se infiere de estos indicadores es muy limitada. Los indicadores sintéticos o índices son medidas adimensionales, resultado de combinar varios indicadores simples mediante un sistema de ponderación que jerarquiza los componentes. La información que se obtiene de estos indicadores es mayor, aunque la interpretación del mismo es en muchos casos más difícil. Esta jerarquía entre indicadores no puede tomarse como una regla general, pues en muchos casos, indicadores simples son utilizados como índices para la toma de decisiones (Gallopín, 1997).

Los indicadores también se clasifican en objetivos y subjetivos. Los indicadores objetivos son cuantificables de forma exacta o generalizable, mientras los subjetivos o cualitativos hacen referencia a información basada en percepciones

subjetivas de la realidad, pocas veces cuantificables (calidad de vida, satisfacción laboral), pero necesarias para tener un conocimiento más completo de la misma.

De acuerdo con MMA (1996a), algunos criterios a tomar en cuenta para la selección o construcción de indicadores son: a) validez científica: el indicador ha de estar basado en el conocimiento científico del sistema o elementos del mismo, teniendo atributos y significados fundamentados; b) representatividad: la información que posee el indicador debe de ser representativa; c) sensibilidad a los cambios: el indicador debe señalar los cambios de tendencia preferiblemente a corto y medio plazo; d) fiabilidad de los datos: los datos deben de ser lo más fiables y de buena calidad; e) relevancia: el indicador debe proveer información de relevancia para determinar objetivos y metas; f) comprensible: el indicador ha de ser simple, claro y de fácil comprensión para los que vayan a hacer uso del mismo; g) predictivo: el indicador ha de proveer señales de alarma previa ante futuros cambios; h) Metas: el indicador ideal propone metas a alcanzar; i) comparabilidad: el indicador debe ser presentado de tal forma que permita comparaciones interterritoriales; j) cobertura geográfica: el indicador ha de basarse en temas que sean extensibles a escala del nivel territorial de análisis; k) costo-eficiencia: el indicador ha de ser eficiente en términos de costo de obtención de datos y de uso de la información que aporta. Los puntos anteriores son importantes para que el indicador pueda cumplir con sus funciones principales, que según Gallopín (1997) son: evaluar las condiciones y tendencias; comparar entre lugares y situaciones; evaluar las condiciones y las tendencias en relación con los objetivos y metas; conseguir información prioritaria de forma rápida; y anticipar las condiciones y tendencias futuras.

Ante los problemas de inconmensurabilidad y pérdida de información que aparecen al expresar los indicadores en una escala común, se sugiere el uso de técnicas multivariadas para la ponderación y agregación de información multidimensional (Munda, Nijkamp y Rietveld, 1994). Debido a esto, el índice que se propone se basa en la técnica estadística denominada análisis de componentes principales (ACP), la cual se describe a continuación.

### *Análisis de componentes principales*

El ACP es uno de los procedimientos más utilizados para sintetizar la información contenida en un número elevado de indicadores sobre diversos factores. De acuerdo con Uriel (1995), el objetivo específico del ACP es explicar la mayor

parte de la variabilidad total observada en un conjunto de variables con el menor número de componentes posibles. El análisis trata de reducir la dimensión original de un conjunto de  $p$  variables observadas, llamadas originales y correlacionadas entre sí, en un nuevo conjunto de  $m$  variables ortogonales (no correlacionadas), denominadas componentes principales. Se parte de que se tienen  $P$  variables originales,  $x_1, x_2, \dots, x_p$ , medidas en  $n$  casos o individuos. La matriz de variables originales  $X$  se expresa de la siguiente manera:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \Lambda & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \Lambda & x_{2p} \\ M & & O & M \\ x_{n1} & x_{n2} & \Lambda & x_{np} \end{bmatrix} \quad (\text{Ec. 1})$$

La correspondiente matriz de varianzas y covarianzas muestrales  $V$  queda definida como:

$$V = \begin{bmatrix} S_1^2 & S_{12} & \Lambda & S_{1p} \\ S_{21} & S_2^2 & \Lambda & S_{2p} \\ M & & O & M \\ S_{p1} & S_{p2} & \Lambda & S_p^2 \end{bmatrix} \quad (\text{Ec. 2})$$

La matriz de la ecuación 2 en la diagonal principal está compuesta de varianzas iguales a la unidad cuando las variables están estandarizadas. Por tanto, la matriz de correlaciones muestrales es igual a:

$$R = \begin{bmatrix} I & r_{12} & \Lambda & r_{1p} \\ r_{21} & I & \Lambda & r_{2p} \\ M & & O & M \\ r_{p1} & r_{p2} & \Lambda & I \end{bmatrix} \quad (\text{Ec. 3})$$

Las variables que muestran baja correlación en la Ec. 3 son candidatas a ser eliminadas del análisis. A partir de las correlaciones observadas entre las variables originales (Ec. 3) se definen dimensiones subyacentes (los valores teóricos) llamados componentes principales; éstos son combinaciones lineales de las variables originales. La representación matricial de los componentes principales se presenta en la ecuación 4.

$$\begin{bmatrix} Z_{11} \\ Z_{12} \\ M \\ Z_{1n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \Lambda & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \Lambda & X_{2p} \\ M & & O & M \\ X_{n1} & X_{n2} & \Lambda & X_{np} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{11} \\ u_{12} \\ M \\ u_{1p} \end{bmatrix} \quad (\text{Ec. 4})$$

Los componentes son una nueva clase de variables independientes entre sí (ortogonales) y funciones lineales de las variables originales, con la propiedad de tener la varianza máxima. Estos componentes están jerarquizados con base en la información que incorporan, medida por el porcentaje de varianza total explicada de la matriz de datos originales.

A continuación se describe el procedimiento para extraer los componentes principales. La primera componente principal  $Z_1$  se expresa como combinación lineal de las  $p$  variables originales, donde las  $u_{1i}$  son las ponderaciones. La varianza del componente  $Z_h$  es  $Var(Z_h) = u'_h V u_h = \lambda_h$ , donde  $\lambda_h$  es el valor característico del componente asociado. La variabilidad total observada en las variables originales es igual a la suma de sus varianzas, las cuales aparecen en la diagonal principal de la matriz  $V$  (Ec. 2). La traza, la suma de los elementos de la diagonal principal, de la matriz  $V$  es la varianza total:  $varianza\ total = traza(V) = \sum_{h=1}^p \lambda_h$ . Por consiguiente, el componente  $Z_h$  explica la proporción  $P_h = \lambda_h / traza(V)$  de la variación total de los datos originales. Posteriormente, se seleccionan las variables relevantes a incluir en el análisis. De acuerdo con Hair et al. (1999), el ACP producirá componentes, por lo que ha de minimizarse el número de variables a incluir; de esta forma no se procede a seleccionar grandes cantidades de variables de manera indiscriminada.

### Selección del número de componentes

Sobre la base de la información recabada en los valores característicos, existen diversos criterios para decidir el número de componentes principales que permita definir la estructura correcta de los datos y posibilite su posterior interpretación. Los criterios más importantes son:

- a) Criterio de la media aritmética o de la raíz latente (Kaiser, 1958). Éste criterio se basa en la selección del número de componentes principales cuyo valor característico  $\lambda_j$  supere el valor medio de los valores característicos.



- Para el caso de variables estandarizadas (tipificadas) (donde  $\sum_{j=1}^p \lambda_j = p$ ), el criterio se traduce en seleccionar las componentes cuya raíz sea mayor a 1.
- b) Contraste de caída (Cattell, 1965). Este contraste parte de la representación gráfica de los valores característicos para cada componente en orden decreciente (gráfico de sedimentación). Se escogen los componentes hasta el punto en que la curva descendente comience a ser una línea horizontal (zona de sedimentación), lo que indica que a partir de ese punto la proporción de varianza explicada no compartida es demasiado grande.
  - c) Porcentaje de varianza explicada. El criterio de la varianza explicada radica en acumular el porcentaje de varianza explicada por las componentes principales hasta llegar a un nivel mínimo (en investigaciones sociales suele ser en torno a 60%-70%), en relación con el número de variables y observaciones. Otra alternativa consiste en escoger suficientes componentes para explicar o discriminar entre subconjuntos muestrales que a priori se puedan delimitar.

### *Calificación de los componentes principales*

Para usar las variables componentes principales en los análisis estadísticos consecutivos, es necesario calcular las calificaciones (puntuaciones) de esas componentes (valores de las variables componentes principales) para cada unidad experimental (individuo) en el conjunto de datos. Estas calificaciones proporcionan las ubicaciones de las observaciones en el conjunto de datos con respecto a sus ejes componentes principales. Para el cálculo de las puntuaciones de los componentes principales, se parte de la matriz de vectores característicos, la cual contiene los valores de  $u_h$ . Por lo tanto, la calificación del componente h-ésimo para el caso i es igual a:

$$Z_{hi} = u_{h1}X_{1i} + u_{h2}X_{2i} + \dots + u_{hp}X_{pi}, \quad h = 1, 2, \dots, p, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{Ec. 5})$$

### *Interpretación de los componentes*

En ocasiones, los componentes seleccionados inicialmente de la matriz de vectores característicos permiten una interpretación clara de las variables que comprenden cada uno de ellos. Sin embargo, cuando esto no ocurre, para facilitar la interpretación, lo habitual es realizar la rotación de los factores, consiguiendo soluciones factoriales menos ambiguas y más significativas. La rotación de fac-

tores es una técnica iterativa que supone girar en el origen los ejes de referencia de los factores hasta alcanzar cierta posición. Si la rotación es ortogonal, se giran 90 grados respecto a los de referencia. Si la rotación es oblicua, no se plantean restricciones al ángulo de giro. Identificadas las variables con mayor carga o influencia sobre cada factor, se procede a etiquetar o renombrar el factor.

Con referencia a los supuestos básicos del ACP; debido a que se trata de una técnica con una clara base geométrica, se pueden relajar o no considerar en sentido estricto aquellos referidos a normalidad y homoscedasticidad (Sánchez, 1984; Uriel, 1995). No obstante, dado que la clave del análisis radica en la correlación lineal, resulta deseable cierto grado de multicolinealidad.

## Resultados

### *Construcción del índice de satisfacción laboral a partir del ACP*

A continuación se presenta el desarrollo del indicador sintético de satisfacción laboral basado en el ACP. El índice se construye a partir de las variables estandarizadas (a partir de la matriz de correlaciones R) con la finalidad de ganar comparabilidad. El uso de variables estandarizadas permite eliminar los efectos de escala (Uriel, 1995; Sanz y Terán, 1988) y mejora el grado de correlación observada. La construcción del índice de satisfacción laboral a partir del ACP se describe en los siguientes seis pasos:

1. Identificación y selección de las variables e indicadores relevantes para medir la satisfacción laboral. Los ítems utilizados forman parte del instrumento propuesto por Franco (2006), para evaluar la satisfacción laboral. El instrumento consta de 26 ítems ubicados en seis dimensiones.
2. Aplicación del ACP sobre la matriz de correlaciones o covarianza. Se utiliza la matriz de correlaciones cuando los ítems estén medidos en diferentes escalas y sobre la matriz de covarianzas cuando estén medidos en la misma escala. En este trabajo se utilizó la matriz de correlaciones.
3. Selección del número de componentes principales que se utilizarán para la construcción del indicador sintético. Se seleccionan los componentes principales cuyos valores característicos son mayores o iguales a uno.
4. Ponderación. En este trabajo se utiliza como ponderación de cada uno de los componentes principales a la raíz cuadrada positiva de la varianza de

cada componente, es decir, la raíz cuadrada positiva de los valores característicos de cada componente. Existen otras formas de ponderar, tales como ponderaciones basadas en hipótesis sobre la importancia de los componentes principales en términos del objetivo final, o ponderaciones hechas a partir de medidas subjetivas.

5. Agregación y cálculo. La elaboración del índice mediante los resultados del ACP se puede afrontar de diversas formas. En este trabajo se opta por la combinación de todos aquellos componentes cuyos valores característicos son mayores a uno (escala aditiva con las puntuaciones de los componentes obtenidos). Este criterio ocasiona poca pérdida de información. El índice o indicador sintético parte de un promedio ponderado de las puntuaciones de los componentes para cada trabajador (a), donde los pesos, como se mencionó anteriormente, están determinados por la raíz cuadrada positiva de la varianza de cada componente. Por lo tanto, para el  $i$ -ésimo trabajador (a), el índice ACP se calcula de la siguiente manera:

$$IST_i = \frac{\sum_{h=1}^{p^*} Z_{hi} \sqrt{\lambda_h}}{\sum_{h=1}^{p^*} \sqrt{\lambda_h}}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n, \quad (\text{Ec. 6})$$

donde:  $p^*$  es el número que denota el componente principal cuyo valor característico es mayor o igual a uno,  $Z_{hi}$  es la puntuación del componente  $h$ -ésimo para el trabajador (a)  $i$ -ésimo (definido en la ecuación 6), y  $\sqrt{\lambda_h}$  es la raíz cuadrada positiva del valor característico para el  $h$ -ésimo componente. La ecuación 6 indica que con los componentes retenidos se procedió a calcular una media ponderada para tener una medida que contenga la información recogida por los indicadores seleccionados. De esta manera se tiene un índice comparable, dado que su elaboración no depende del ámbito de análisis. El índice de la ecuación 6 toma valores positivos y negativos por la forma como se obtienen los componentes principales; sin embargo, usando el “punto de correspondencia”, definido por Drewnowski (1970) y utilizado en la elaboración del Índice de Desarrollo Humano (UNDP, 2000), se define el índice dado en la ecuación 7, el cual toma valores en el intervalo de cero a cien.

$$IST_{ACP}^i = \left( \frac{IST_i - IST_{min}}{IST_{max} - IST_{min}} \right) \cdot 100 \quad (\text{Ec. 7})$$

donde:  $IST_{min}$  y  $IST_{max}$  son los valores de desempeño mínimo y máximo entre  $n$  sujetos que conforman la muestra, respectivamente. La expresión se multiplica por 100 para que el índice tome valores entre cero y cien. Con esta alternativa se normaliza el indicador con base en la distancia de sus valores mínimo y máximo. Además, la normalización se puede realizar respecto a los valores de referencia seleccionados para cada indicador, considerándola como una estandarización en términos de distancia respecto al valor objetivo de cada indicador. Sin embargo, dado que no se dispone de estos valores de referencia, no se estandarizó con respecto al valor objetivo.

6. Interpretación o evaluación. Dado que el índice está expresado en valores de 0 a 100, es fácil interpretar e identificar a los trabajador (a) es “muy buenos” (valores cercanos a 100) de los “muy malos” (valores cercanos a cero).

### *Aplicación del índice propuesto*

En este apartado se presentan los resultados al calcular el índice propuesto (Ec. 7) con información recavada en una empresa manufacturera dedicada al ensamblaje de partes automotrices ubicada en la ciudad de Querétaro, Qro., México. En primer lugar se analiza la matriz de correlaciones para observar la pertinencia de la aplicación del ACP.

### *Estudio de la matriz de correlaciones: condiciones de aplicación*

Uno de los requisitos que debe cumplirse para la aplicación de esta técnica es que las variables sean concomitantes. En este sentido, conviene estudiar la matriz de correlaciones entre los ítems del instrumento con el objetivo de decidir si es apropiado o no someterla a un ACP. La existencia de correlaciones altas en dicha matriz permite deducir la existencia de una interdependencia entre las variables, recomendando el empleo de esta técnica. Su estudio viene determinado por diversos procedimientos estadísticos que, una vez aplicados, justificarán el empleo o no del ACP. Estas técnicas son:

1. Identificación del Determinante de la Matriz de Correlaciones: el determinante de la matriz de correlaciones es un indicador del grado de las correlaciones entre las variables. Bisquerra (1989) y Jiménez, Flores, Rodríguez (2000) señalan que un determinante muy bajo supone la existencia de variables con correlaciones altas, lo que indica que los datos pueden ser adecuados para realizar un análisis factorial. En este caso, el determinante es igual a 0.000, valor extremadamente bajo, lo que indica la existencia de correlaciones altas entre las variables y por consecuencia la pertinencia de la aplicación del ACP.
2. Prueba de esfericidad de Barlett: esta prueba sirve para comprobar la hipótesis de que la matriz de correlaciones es una matriz identidad, matriz cuya diagonal principal está formada por unos (correlación del ítem consigo mismo) y el resto son ceros (variables nulas). La prueba consiste en una estimación de Ji cuadrada a partir de una transformación de la matriz de correlaciones. El valor obtenido es de 1849.734596593, Grados de libertad=325 con  $p=0.00$ . Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia de 1%, lo que indica que la matriz de correlaciones no es una matriz identidad, existiendo correlaciones significativas, probablemente altas, dado que el valor hallado en la prueba es estadísticamente alto. Esto indica que la matriz de datos es adecuada para proceder al ACP.
3. Correlaciones anti-imagen: indican la fuerza de las relaciones entre dos variables eliminando la influencia de otras. Los coeficientes de la matriz de correlaciones anti-imagen deben ser bajos fuera de la diagonal principal para que la muestra pueda someterse a un ACP. El estudio de esta matriz refleja que los coeficientes de correlación, en su mayoría, son menores a 0.005, lo que permite realizar el ACP y resumir los 26 ítems en componentes principales.
4. Medida de adecuación de la muestra KMO, de Kaiser-Meyer-Olkin: esta prueba compara las magnitudes de los coeficientes de correlación observados en la matriz de correlaciones con las magnitudes de los coeficientes de correlación observados en la matriz de correlaciones anti-imagen. Este valor es de 0.843. Por lo tanto, se tiene un valor (en función del baremo para interpretar el índice KMO, Bisquerra, 1989) que aconseja la aplicación del ACP, puesto que las correlaciones entre pares de variables no pueden ser explicadas por las otras variables.
5. Medida de adecuación de la Muestra MSA: este índice queda reflejado en la diagonal principal de la matriz de correlaciones anti-imagen. Valores bajos

en esta diagonal señalan la impertinencia del uso del ACP. En este trabajo, las medidas de adecuación son altas, superiores a 0.74, a excepción de las variable p3 con 0.6519, lo que aconseja el empleo del ACP.

De acuerdo con los resultados de las pruebas anteriores, se concluye que los datos disponibles se pueden analizar mediante el ACP.

### *Extracción de componentes*

El objetivo principal de esta fase es determinar el número de Componentes Principales (CP) capaces de reproducir, de un modo satisfactorio, las correlaciones observadas entre las variables. Este proceso se realiza a partir del ACP, cuyo objetivo es maximizar la varianza explicada. El número de CP que mejor explique la dimensión analizada (el que represente mayor variabilidad) se convertirá en el primer componente principal. Su aplicación supone transformar directamente un conjunto de variables correlacionadas en un conjunto de variables no correlacionadas (García et al., 2000).

La varianza máxima explicada con el menor número de CP determinará el total de componentes a extraer. A partir de la regla de conservar aquellos componentes cuyos valores característicos sean mayores a la unidad, se obtienen siete CP con una explicación total de la varianza de 57.26% (cuadro 3), lo cual proporciona condiciones idóneas para la interpretación y análisis posteriores. Este resultado es congruente con las ideas manifestadas por García et al. (2000), el número mínimo de variables que debe configurar un factor debe ser mayor o igual a tres, dado que con un número menor se encontrará un factor que aglutina la información de las correlaciones entre las variables.

### *Correlación entre el índice y los factores seleccionados*

El cálculo de las correlaciones entre el índice de Satisfacción Laboral y los factores seleccionados (CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP6 y CP7) se realizó con la finalidad de validar la bondad de los resultados. Los resultados del análisis de correlación se presentan en el cuadro 2.

**Cuadro 1**  
Porcentaje de varianza total explicada por cada factor resultante del ACP

CP	Valor característico	Diferencia	Proporción	Acumulado
1	6.4173	4.6718	0.2468	0.2468
2	1.7454	0.0305	0.0671	0.3139
3	1.7150	0.2328	0.0660	0.3799
4	1.4822	0.2050	0.0570	0.4369
5	1.2772	0.1069	0.0491	0.4860
6	1.1702	0.0902	0.0450	0.5310
7	1.0800	0.0869	0.0415	0.5726
8	0.9931	0.0618	0.0382	0.6108
9	0.9314	0.0616	0.0358	0.6466
10	0.8697	0.0796	0.0335	0.6801
11	0.7901	0.0385	0.0304	0.7104
12	0.7517	0.0262	0.0289	0.7394
13	0.7255	0.0253	0.0279	0.7673
14	0.7002	0.0570	0.0269	0.7942
15	0.6432	0.0535	0.0247	0.8189
16	0.5897	0.0563	0.0227	0.8416
17	0.5334	0.0206	0.0205	0.8621
18	0.5128	0.0222	0.0197	0.8818
19	0.4905	0.0204	0.0189	0.9007
20	0.4701	0.0295	0.0181	0.9188
21	0.4407	0.0048	0.0169	0.9357
22	0.4358	0.0674	0.0168	0.9525
23	0.3684	0.0217	0.0142	0.9667
24	0.3467	0.0411	0.0133	0.9800
25	0.3056	0.0915	0.0118	0.9918
26	0.2141		0.0082	1.0000

**Cuadro 2**

Análisis de correlación entre el ISL y los primeros tres componentes principales

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
ISTacp	0.87708	0.23856	0.2344	0.20258	0.17456	0.15994	0.14761
p-vlue	<.0001	0.0001	0.0002	0.0013	0.0057	0.0115	0.0198

*Calculo del Índice de Satisfacción Laboral*

En el cuadro 3 se presenta el Índice de Satisfacción Laboral para cada uno de los trabajadores a los cuales se les aplicó el instrumento de recolección de datos.

**Cuadro 3**

Índice de Satisfacción Laboral de cada una de las 249 trabajadoras

ISL ordenados en forma creciente para cada uno de los trabajadores de la muestra.

Trabajador (a)	ISLtrad	ISLacp	Trabajador (a)	ISLtrad	ISLacp	Trabajador (a)	ISLtrad	ISLacp
1	70	49.9453	84	70	68.4298	167	95	92.485
2	80	75.5188	85	95	84.7013	168	75	69.945
3	65	69.001	86	100	96.5843	169	75	84.921
4	25	37.369	87	95	84.7013	170	95	94.186
5	35	69.8622	88	80	83.3939	171	95	94.186
6	60	56.2841	89	95	92.485	172	100	96.584
7	85	90.8709	90	70	62.5847	173	65	62.563
8	75	74.6544	91	85	76.9551	174	55	58.401
9	95	85.5464	92	60	66.9137	175	20	37.938
10	15	27.4449	93	90	89.7848	176	45	37.721
11	20	50.185	94	65	68.2586	177	45	27.476
12	95	93.8841	95	10	31.4212	178	45	67.946
13	100	96.5843	96	45	60.7809	179	100	96.584
14	35	43.575	97	95	88.0336	180	20	0
15	100	96.5843	98	95	88.0336	181	80	84.561
16	40	56.7727	99	90	88.2604	182	70	70.589



Trabajador (a)			Trabajador (a)			Trabajador (a)		
ISLtrad	ISLacp		ISLtrad	ISLacp		ISLtrad	ISLacp	
17	100	96.5843	100	75	74.071	183	90	88.326
18	75	74.2202	101	80	89.6449	184	45	61.292
19	100	96.5843	102	90	91.4856	185	60	68.99
20	95	83.6553	103	75	66.2764	186	80	75.076
21	100	96.5843	104	65	57.8345	187	80	82.039
22	90	91.0584	105	90	91.4856	188	85	79.529
23	75	67.8616	106	80	80.2989	189	80	85.13
24	45	68.6385	107	85	88.6599	190	50	47.967
25	35	62.5862	108	100	96.5843	191	90	100
26	50	49.8927	109	100	96.5843	192	35	31.044
27	55	54.7819	110	50	60.9554	193	65	62.137
28	65	56.2195	111	70	59.1347	194	85	89.197
29	75	74.4987	112	35	58.0261	195	90	90.087
30	100	96.5843	113	35	59.6843	196	0	6.96
31	100	96.5843	114	90	84.5615	197	40	21.452
32	100	96.5843	115	70	65.766	198	100	96.584
33	50	82.5503	116	85	83.3018	199	100	96.584
34	70	84.1214	117	95	93.8841	200	100	96.584
35	65	64.6183	118	95	91.0262	201	75	84.474
36	75	78.7576	119	65	74.0236	202	70	48.991
37	80	79.0521	120	85	89.8988	203	95	94.186
38	90	88.8514	121	90	91.4856	204	100	96.584
39	35	32.7536	122	100	96.5843	205	90	82.8462
40	80	84.5606	123	95	93.8841	206	85	83.1587
41	60	67.5092	124	95	93.8841	207	50	66.8527
42	85	79.9261	125	95	93.8841	208	60	55.6375
43	80	86.9192	126	95	93.8841	209	50	67.2654
44	50	72.1395	127	95	92.485	210	75	79.4415
45	80	85.2116	128	80	84.5606	211	50	59.034
46	95	93.8841	129	90	89.7848	212	85	88.4813
47	85	80.4622	130	80	84.5606	213	95	98.5154
48	75	72.0638	131	95	93.8841	214	90	88.8599
49	45	55.6515	132	100	96.5843	215	55	55.0916
50	85	93.4167	133	80	96.2672	216	95	90.9606
51	80	74.6737	134	40	67.1738	217	40	28.9978

Índice de satisfacción laboral

<i>Trabajador (a)</i>			<i>Trabajador (a)</i>			<i>Trabajador (a)</i>		
<i>ISLtrad</i>	<i>ISLacp</i>		<i>ISLtrad</i>	<i>ISLacp</i>		<i>ISLtrad</i>	<i>ISLacp</i>	
52	95	92.485	135	20	4.9547	218	25	25.1871
53	90	87.1373	136	60	54.1841	219	10	32.3329
54	75	80.4298	137	50	53.0869	220	0	18.9437
55	55	73.1451	138	20	30.2883	221	100	96.5843
56	40	47.1506	139	45	38.1502	222	100	96.5843
57	60	69.4411	140	35	32.8193	223	100	96.5843
58	15	48.0951	141	50	64.9032	224	25	44.1502
59	65	83.5095	142	50	63.9534	225	25	44.5966
60	80	86.4972	143	20	22.7393	226	70	54.125
61	55	72.4192	144	70	65.115	227	100	96.5843
62	75	80.9645	145	70	69.1988	228	45	46.359
63	80	85.13	146	35	48.0811	229	90	91.7094
64	85	82.0609	147	35	53.86	230	80	87.4313
65	85	82.5077	148	20	36.2609	231	95	96.6983
66	85	74.2955	149	85	85.3592	232	80	70.7065
67	95	93.8841	150	90	88.889	233	100	96.5843
68	95	93.8841	151	25	47.3937	234	80	85.0096
69	30	13.2559	152	80	67.3894	235	100	96.5843
70	70	90.7413	153	60	87.5346	236	90	90.1625
71	45	54.2868	154	70	89.039	237	75	66.72
72	75	82.3767	155	30	55.935	238	75	62.5793
73	65	64.6334	156	55	77.518	239	65	82.2242
74	70	67.9298	157	40	76.622	240	95	85.5464
75	30	22.9382	158	25	37.837	241	75	76.6976
76	95	93.0545	159	55	44.319	242	100	96.5843
77	65	57.5516	160	95	92.485	243	95	85.5464
78	90	82.3028	161	30	50.176	244	95	88.0336
79	50	39.9534	162	95	93.759	245	100	96.5843
80	15	19.767	163	35	37.663	246	100	96.5843
81	45	36.1394	164	75	74.807	247	95	91.0262
82	65	58.8241	165	65	58.073	248	100	96.5843
83	80	76.9397	166	85	87.808	249	100	96.5843

## **Discusión**

El índice propuesto se construyó haciendo la agregación directa de los primeros componentes principales, ponderados por la desviación estándar de cada uno. Aunque puede cuestionarse la asignación de las ponderaciones basadas en correlaciones empíricas, estas asignaciones son aceptables cuando no se tiene conocimiento previo del peso de cada uno de los componentes. Por otro lado, este índice tiene la propiedad de mantener la ortogonalidad, ya que los componentes agregados son independientes, con esto se evita el problema de sobreestimar el valor correspondiente cuando se crea un índice con variables altamente correlacionadas.

Por otra parte, el índice propuesto tiene las siguientes propiedades: a) su procedimiento de cálculo es objetivo y científico; b) está relacionado con objetivos claros y específicos; c) tiene una interpretación clara y entendible para los no-científicos; d) cubre el funcionamiento, la dinámica y la estructura del sistema como un todo; e) está basado en parámetros cuyos valores son estables en un periodo de tiempo suficientemente largo; f) está construido en una escala espacial y temporal, relevante y fácil de interpretar; g) incluye la dimensión distributiva para analizar los problemas de equidad intra/intergeneracional; h) especifica valores umbral o límite que permiten la evaluación de la desviación entre el actual estado y la evolución determinada por la norma u objetivo deseado (Boisvert, Holec y Vivien, 1998).

Adicionalmente, el índice que se propone cumple con los postulados propuestos por Peña (1977) (véase anexo), a excepción de los postulados V y VI de los siete que propuso (para el postulado V, no se derivan medidas cardinales, sólo ordinales; para el postulado VI, al modificar la matriz inicial y añadir un nuevo elemento o variable puede afectar las ordenaciones finales en las puntuaciones de los CP). A pesar de esto, sus resultados son aceptables cuando el cuestionario de opinión que se utilice sea validado y sencillo de aplicar. Si la recolección de la información se realiza objetivamente, el índice propuesto otorgará resultados representativos de la realidad estudiada.

El instrumento utilizado en este trabajo para medir la satisfacción laboral es el propuesto por Franco (2006), el cual fue elaborado por expertos en el tema. Además, el cuestionario fue aplicado por el primer autor del presente artículo. Por lo tanto, con base en esto se tienen elementos para garantizar que el índice propuesto refleja la realidad del nivel de satisfacción laboral de las trabajadoras

de esta empresa automotriz. Sin embargo, la medida del grado de satisfacción laboral a partir de un conjunto de indicadores no provee información 100% confiable debido a que actualmente no existe un cuestionario idóneo para medirla. También se reconocen las limitaciones derivadas del uso de medidas sintéticas para el evaluar la satisfacción laboral, así como aquellas otras específicas de las metodologías multivariadas, todas centradas en el supuesto de linealidad de las relaciones entre variables.

En la ponderación de la agregación de los CP para formar el indicador (ecuación 6) se optó por la desviación estándar de los CP porque no se dispone de información de referencia. Sin embargo, esta opción es buena porque la desviación estándar refleja el peso de cada uno de los componentes principales para explicar la variabilidad total.

Por otra parte, el ajuste realizado al indicador para expresarlo en valores de 0 a 100, denominado “punto de correspondencia” (Drewnowski, 1970), produce resultados aceptables si los límites (mínimo y máximo empíricos) son estimados correctamente. También es importante mencionar que para la aplicación exitosa del indicador sintético propuesto se debe trabajar con variables medidas en una escala de intervalo o razón, debido a que la existencia de variables con menos categorías, o dicotómicas, reducirá las correlaciones y afectará la eficacia del ACP. La justificación a esta restricción es la baja robustez del coeficiente de correlación de Pearson a la no linealidad y a la presencia de variables con observaciones anómalas. Asimismo, es necesario trabajar con bases de datos completas, resolviéndose el problema de datos ausentes previo a la aplicación de indicador propuesto.

Finalmente, de acuerdo con el análisis de correlación entre el Índice Satisfacción Laboral y los CP involucrados (cuadro 2), se observan correlaciones significativas, siendo las primeras componentes principales las que presentan mayor correlación. Este resultado es congruente con el planteamiento del índice propuesto, ya que los componentes involucrados son los que mayor información proporcionan al índice. Por lo tanto, el índice propuesto refleja adecuadamente la realidad estudiada.

## Conclusiones

Para la toma de decisiones en materia de satisfacción laboral, resulta muy útil manejar una medida que sintetice los resultados del desempeño de cada traba-

jador (a), por ello, en el presente trabajo se propone un índice de satisfacción laboral basado en la técnica estadística multivariada denominada ACP, realizando la agregación directa de los primeros componentes principales, ponderados por la desviación estándar de cada uno. Este índice consigue cuantificar y resumir en un dato la satisfacción laboral de cada trabajador (a), expresándose en valores entre 0 y 100, lo cual facilita su interpretación.

Aunque el índice propuesto no cumple con todas las hipótesis de un índice perfecto, de acuerdo a la construcción del mismo y a los resultados obtenidos, éste refleja adecuadamente la realidad estudiada. Medir la satisfacción laboral del trabajador (a) no es una tarea fácil, debido a que las relaciones involucradas son muy complejas y difíciles de cuantificar. Sin embargo, existe consenso en que la satisfacción laboral es un elemento clave para el incremento de la productividad en las organizaciones. Por ello, disponer de índices confiables y fáciles de interpretar y cuantificar para la satisfacción laboral de los empleados es de gran utilidad, debido a que estos facilitan la toma de decisiones a los gerentes de las organizaciones.

## Referencias

- Abbott, R. y Perkins, D. (1978). Development and construct validation of a set of student rating of instruction items, *Educational and Psychological Measurement*, 38, 1069-1075.
- Bisquerra, R. (1989). *Métodos de investigación educativa. Guía práctica*, Barcelona, Ceac.
- Boisvert, V., Holec, N. y Vivien, F. D. (1998). Economic and Environmental information for sustainability, en Faucheux, S. y M. O'Connor (eds.). *Valuation for Sustainable Development. Methods and Policy Indicators*, Advances in Ecological Economics series. Edw. Elgar Pub. Inc. Cheltenham, Reino Unido, 1-18.
- Cattell, R. B. (1965). Factor Analysis: an introduction to essentials, *Biometrics*, 21, 190-215.
- Chevalier, S., Choiniere, R. y Bernier, L. (1992). *User guide to 40 Community Health Indicators*, Community Health Division. Health and Welfare Canada, Ottawa.
- Franco, E. (2006). Relación de las variables sociodemográficas de la mujer con las variables de los factores de satisfacción e insatisfacción en el trabajo. Tesis doctoral, Universidad de San Luis Potosí, México, agosto de 2006.
- Fricke, A. (1998). Measuring up to sustainability, *Futures*, 30 (4): 367-375.

- Gallopín, G. C. (1996). Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators, A system approach, *Environmental Modeling and Assessment*, 1: 101-117.
- Gallopín, G. C. (1997). Indicators and their use: information for decision making, en Moldan, B. y S. Billhartz (eds.). *Sustainability indicators: Report of the project on Indicators of Sustainable Development*, SCOPE, Wiley and Sons Ltd. Chichester, Reino Unido, 13-27.
- García Jiménez, E., Gil Flores, J. y Rodríguez Gómez, G. (2000). *Análisis factorial*, Madrid, La Muralla / Salamanca, Hespérides.
- Hair, Jr. J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L. y Black, W. C. (1999). *Análisis multivariante*, Madrid, Prentice Hall Iberia.
- Kaiser, H. F. (1958). The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis, *Psychometrika*, 23: 187-200.
- Linn, R. L., Centra, J. A. y Tucker, L. (1975). Between, within and total group factor analysis of student ratings of instruction, *Multivariate Behavioral Research*, 10, 277-288.
- MMA (1996). *Indicadores ambientales. Una propuesta para España*, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Munda, G., Nijkamp, P. y Rietveld, P. (1994). Fuzzy multigroup conflict resolution for Environmental Management, en Weiss, J. (ed.). *The economics of project appraisal and the environment*, Edward Elgar, Aldershot, 161-183.
- OCDE (1997). *Better understanding our cities. The role of urban indicators*, OCDE.
- Ott, W. R. (1978). *Environmental Indices: Theory and Practice*, Ann Arbor Science, Michigan.
- Pena, T. J. B. (1977). *Problemas de la medición del bienestar y conceptos afines. Una aplicación al caso español*, INE, Madrid.
- Sánchez, C. J. J. (1984). *Introducción a las técnicas de análisis multivariante aplicadas a la ciencias sociales*, Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.
- UNDP/PNUD (2000). *Human Development Report, 1999*, Oxford University Press, Nueva York y Oxford.
- Uriel Jiménez, E. (1995). *Análisis de datos. Series temporales y análisis multivariante*, Editorial AC, Madrid.
- Meliá, J. L., Pradilla, J. F., Martí, N., Sancerni, M. D., Oliver, A. y Tomás, J. M. (1990). Estructura factorial, fiabilidad y validez del Cuestionario de Satisfacción S21/26: un instrumento con formato dicotómico orientado al trabajo profesional [Factorial structure, reliability and validity of the S21/26 Job Satisfaction Questionnaire: An instrument with dichotomous format oriented to the professional psychologists], *Revista de Psicología Universitas Tarraconensis*, 12(1/2). 25-39.

## Anexos

### *Hipótesis y requisitos generales para los indicadores sintéticos*

Además de los supuestos derivados de la técnica multivariada específica, es necesario definir otro tipo de hipótesis por la naturaleza del análisis. El hecho de que se trate de medir la satisfacción laboral de trabajador (a) mediante el análisis de sus componentes con base en el uso de indicadores, hace necesario definir las siguientes hipótesis (Pena, 1977):

*Hipótesis I.* Completitud. Se supone que el número de los componentes del desarrollo es completo, en el sentido de que están representadas todas las propiedades relacionadas con el objetivo buscado por el índice global.

*Hipótesis II.* Bondad de los indicadores simples. Se acepta que los indicadores parciales o simples son “buenos” en el sentido de que miden adecuadamente los estados en que se encuentra cada componente en el momento del tiempo a que se refiere (se minimizan los errores de medición).

*Hipótesis III.* Objetividad. Se acepta que la finalidad buscada por el indicador sintético puede ser debidamente alcanzada mediante indicadores simples objetivos, no necesitándose la utilización de indicadores de percepción para el conocimiento del problema.

De acuerdo con Pena (1977), es importante definir las condiciones que a priori han de exigirse a un indicador sintético genérico “I”:

*Postulado I.* Existencia y determinación. La función matemática que define el índice ha de existir y tener solución.

*Postulado II.* Monotonía. El índice ha de responder positivamente a una modificación positiva de los componentes y negativamente a una modificación negativa. Ello obliga en algunos casos a cambiar el signo de los indicadores cuya correlación sea negativa.

*Postulado III.* Unicidad. El índice ha de ser único para una situación dada.

*Postulado IV.* Invarianza. El índice ha de ser invariante respecto a un cambio de origen o de escala de los componentes.

*Postulado V.* Homogeneidad. La función matemática que define el índice  $I = f(I_1, I_2, \dots, I_m)$  debe ser homogénea de grado uno. Este postulado es vital para la cardinalidad del índice:  $f(C \bullet I_1 \ C \bullet I_2 \dots C \bullet I_m) = C \bullet f(I_1 \ I_2 \dots I_m)$ .

*Postulado VI.* Transitividad. Si (a), (b) y (c) son tres situaciones distintas del objetivo medible por el índice, e I(a), I(b) e I(c) son los valores del

indicador correspondiente a esas tres situaciones, debe verificarse que:  
 $[I(a) > I(b) > I(c)] \Rightarrow [I(a) > I(c)]$

*Postulado VII. Exhaustividad.* El índice debe ser tal que aproveche al máximo y de forma útil la información suministrada por los indicadores simples.

Los indicadores basados en el análisis factorial no cumplen las propiedades siguientes:

El postulado III (si la extracción de los factores no es mediante el método de los componentes principales).

El postulado IV (se han de estandarizar previamente los indicadores).

El postulado V, pues no se derivan medidas cardinales, sólo ordinales.

El postulado VI, pues al modificar la matriz inicial y añadir un nuevo elemento o variable puede afectar a las ordenaciones finales en las puntuaciones de los factores.