

Métodos multivariantes para la construcción de índices compuestos en la gestión cultural: una revisión de la literatura

Barreiro Linzán Mónica Daniela
<https://orcid.org/0000-0002-8904-9921>
monica.barreiro@utm.edu.ec
Maestría Académica con Trayectoria de
Investigación en Estadística
Instituto de Posgrado
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador.

Useche Castro Lelly
<https://orcid.org/0000-0002-4294-9009>
lelly.useche@utm.edu.ec
Departamento de Matemáticas y Estadística
Instituto de Ciencias Básicas
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador.

Recibido(01/10/2022), Aceptado(9/02/2023)

Resumen. - Toda institución de carácter cultural en el que se presta servicio a usuarios externos, debe ser evaluada frecuentemente, con el fin de conocer la satisfacción del usuario y la gestión de manera óptima; siendo los métodos multivariantes una alternativa en la construcción de índices por la bondad de las técnicas en interrelacionar un conjunto de características simultáneamente. Para iniciar la investigación se procedió a la búsqueda bibliográfica utilizándose palabras claves como "métodos multivariantes", "indicadores compuestos", "gestión pública", "servicio de calidad" y "satisfacción de usuario". Como resultado, las técnicas más encontradas son: regresión lineal múltiple y logística, factorial, análisis clúster, correlación canónica, componentes principales y análisis de correspondencias, la selección de variables y construcción de índices compuestos. Se concluye que los métodos multivariantes son metodologías óptimas para la construcción de índices compuestos, aunque falta una metodología basada en técnicas multivariantes que se aplique en mediciones de gestión cultural de manera estándar.

Palabras clave: Métodos multivariantes, Indicadores compuestos, gestión cultural.

Multivariate methods for constructing composite indices in cultural management:
a literature review.

Abstract. - Every cultural institution providing services to external users must be frequently evaluated to know user satisfaction and management optimally; multivariate methods are an alternative in constructing indexes due to the goodness of the techniques in interrelating a set of characteristics simultaneously. To initiate the research, a bibliographic search was carried out using keywords such as "multivariate methods," "composite indicators," "public management," "quality service," and "user satisfaction." As a result, the most frequently found techniques are multiple linear and logistic regression, factorial, cluster analysis, canonical correlation, principal components and correspondence analysis, variable selection, and construction of composite indexes. It is concluded that multivariate methods are optimal methodologies for constructing composite indexes. However, a methodology based on multivariate techniques applied in cultural management measurements in a standard way still needs to be improved.

Keywords: Multivariate methods, composite indicators, cultural management.

I. INTRODUCCIÓN

Los indicadores compuestos obtenidos mediante métodos multivariantes, son un tipo especial de indicadores que resumen en un solo número la medición de información obtenida mediante la recolección de datos, lo cual genera un llamativo y potencial resultado de idoneidad para la comparación de instituciones, empresas, sistemas, museos y demás espacios para diversas actividades culturales [1], generando gran expectativa al momento de conocer la satisfacción del usuario respecto al servicio y calidad de la gestión cultural que se brinda.

Por otra parte, los procesos de evaluación de las actividades de control y monitoreo son elementos claves en los procesos de gestión, de esta manera, se conoce si se está cumpliendo con los objetivos que persigue la empresa, su misión y si se orienta a la visión que se han planteado, si los servicios ofrecidos son eficientes o se debe mejorar. Para la evaluación, se incluye generalmente medición de la calidad de servicio, satisfacción del usuario y percepción del usuario.

En la elaboración de los índices, las herramientas utilizadas para dichos procesos evaluativos fueron el uso de los cuestionarios de SERVQUAL y SERVPERF las cuales permitieron una evaluación de calidad de servicio y percepción del servicio [2]. Comúnmente, se utilizan índices para cada parámetro que se desea evaluar en una gestión, sin embargo, un índice compuesto, el cual puede ser obtenido mediante metodología multivariante, puede englobar de manera simultánea los factores influyentes en la medición de la gestión cultural.

Sin embargo, sería conveniente identificar una metodología dentro del conjunto de herramientas multivariantes que optimice la creación de índices compuestos, para ello, un primer paso, es la búsqueda de información actualizada de investigaciones científicas, en el cual se formalice el uso de las metodologías multivariantes en la creación de índices compuestos, más específicamente, en los procesos de gestión cultural.

La investigación está estructurada en un resumen, una introducción, un desarrollo, la metodología de la búsqueda de la información, los resultados de la búsqueda, sintetizados en las principales técnicas investigadas y finalmente las conclusiones de los resultados obtenidos.

II. DESARROLLO

A continuación, describiremos las técnicas multivariantes más utilizadas para la construcción de estos índices:

A. Regresión lineal múltiple

El modelo de regresión múltiple (1) es la extensión del modelo de regresión simple a k variables explicativas, siendo la regresión simple el cálculo de la ecuación correspondiente a la línea que mejor describe la relación entre la respuesta y la variable que la explica [3]. El índice se construye mediante el modelo creado en el cual destaca la contribución de cada variable si las demás características permanecen constantes, se observó la aplicación de la técnica en investigaciones de satisfacción del cliente, en el cual, se puede hallar un índice a partir del puntaje obtenido en la aplicación de cuestionarios y la identificación de los factores que influyen en la satisfacción como variables independientes[4], también se utilizó para pronosticar indicadores de negocios y en gestión de culturales [5].

$$y' = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k \quad (1)$$

donde:

x_1, x_2, \dots, x_k son las variables independientes.

b_0 es el punto donde la línea de regresión cruza el eje de las.

b_1, b_2, \dots, b_k son los coeficientes de regresión.

B. Regresión logística

Es un método estadístico (2) que modela hechos o fenómenos cuya variable respuesta es cualitativa, estableciendo la probabilidad de pertenecer a una clase [6]. Para esta técnica, principalmente si es de carácter multinomial, la interpretación del índice se basa no en los coeficientes del modelo obtenido, sino de la predicción de la probabilidad de respuesta en particular en referencia a las características independientes que se comportan como variables de riesgo, por ejemplo, la probabilidad de que un cliente quede satisfecho con un servicio prestado y de esta manera se identifica clientes potenciales [4],[7].

$$p(x) = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\beta_1x)}} = \frac{e^{(\beta_0+\beta_1x)}}{1+e^{(\beta_0+\beta_1x)}} \quad (2)$$

Conociendo que: $\frac{p(x)}{1-p(x)} = e^{(B_0 + B_1x)}$, donde $\frac{p(x)}{1-p(x)}$ son las probabilidades de éxito.

C. Análisis factorial exploratorio y confirmatorio

El análisis factorial exploratorio (3), se usa para tratar de descubrir la estructura interna de una numerosa cantidad de variables para el estudio [8]; esta técnica es una de las más utilizadas ya que se obtienen combinaciones lineales pero a diferencia de las componentes principales o del análisis de correspondencias su objetivo no es reducir el número de variables de estudio, sino el eje o la componente toma mayor importancia, es decir, la combinación lineal de las variables originales permite describir un comportamiento global de las mismas, es por ello que es una de las técnicas frecuentes en la construcción de índices, se observa en los documentos revisados el predominio de la técnica con rotación Varimax para mejor interpretación de los ejes [4],[9].

$$\begin{aligned} x_1 &= v_{1(1)}F_{(1)} + v_{1(2)}F_{(2)} + \dots + v_{1(m)}F_{(m)} + e_1 \\ x_2 &= v_{2(1)}F_{(1)} + v_{2(2)}F_{(2)} + \dots + v_{2(m)}F_{(m)} + e_2 \\ x_p &= v_{p(1)}F_{(1)} + v_{p(2)}F_{(2)} + \dots + v_{p(m)}F_{(m)} + e_p \end{aligned} \quad (3)$$

donde x_j , F_i , y e_j , contienen la puntuación de una persona en el ítem x_j , el factor común F_j , y el factor específico e_j , m : número de Factores comunes, p : número de ítems, F : factor común, $v_{j(i)}$ peso del factor común i -ésimo asociado a la j -ésima variable observada o ítem, $i=1, 2, \dots, m$; $j=1, 2, \dots, p$; e_j : factor único, $j=1, 2, \dots, p$.

D. Análisis por conglomerados

También conocida como análisis clúster (4) es una metodología de clasificación automática jerárquica, se reduce el número de individuos en grupos homogéneos y significativos, denominados conglomerados. En este punto, es preciso, por un lado, definir una medida de la distancia entre individuos que nos indique su grado de similitud o de semejanza y, por otro lado, determinar una estrategia de agrupación de los individuos para la constitución de las sucesivas clases [10]. Es una técnica que se basa en la clasificación de los individuos o elementos de estudio, por tanto, su enfoque no es como las técnicas anteriormente citadas

x_1, x_2, \dots, x_k son las variables independientes.
 b_0 es el punto donde la línea de regresión cruza el eje de las.
 b_1, b_2, \dots, b_k son los coeficientes de regresión.

B. Regresión logística

Es un método estadístico (2) que modela hechos o fenómenos cuya variable respuesta es cualitativa, estableciendo la probabilidad de pertenecer a una clase [6]. Para esta técnica, principalmente si es de carácter multinomial, la interpretación del índice se basa no en los coeficientes del modelo obtenido, sino de la predicción de la probabilidad de respuesta en particular en referencia a las características independientes que se comportan como variables de riesgo, por ejemplo, la probabilidad de que un cliente quede satisfecho con un servicio prestado y de esta manera se identifica clientes potenciales [4],[7].

$$p(x) = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\beta_1x)}} = \frac{e^{(\beta_0+\beta_1x)}}{1+e^{(\beta_0+\beta_1x)}} \quad (2)$$

Conociendo que: $\frac{p(x)}{1-p(x)} = e^{(B_0 + B_1x)}$, donde $\frac{p(x)}{1-p(x)}$ son las probabilidades de éxito.

C. Análisis factorial exploratorio y confirmatorio

El análisis factorial exploratorio (3), se usa para tratar de descubrir la estructura interna de una numerosa cantidad de variables para el estudio [8]; esta técnica es una de las más utilizadas ya que se obtienen combinaciones lineales pero a diferencia de las componentes principales o del análisis de correspondencias su objetivo no es reducir el número de variables de estudio, sino el eje o la componente toma mayor importancia, es decir, la combinación lineal de las variables originales permite describir un comportamiento global de las mismas, es por ello que es una de las técnicas frecuentes en la construcción de índices, se observa en los documentos revisados el predominio de la técnica con rotación Varimax para mejor interpretación de los ejes [4],[9].

$$\begin{aligned} x_1 &= v_{1(1)}F_{(1)} + v_{1(2)}F_{(2)} + \dots + v_{1(m)}F_{(m)} + e_1 \\ x_2 &= v_{2(1)}F_{(1)} + v_{2(2)}F_{(2)} + \dots + v_{2(m)}F_{(m)} + e_2 \\ x_p &= v_{p(1)}F_{(1)} + v_{p(2)}F_{(2)} + \dots + v_{p(m)}F_{(m)} + e_p \end{aligned} \quad (3)$$

donde x_j , F_i , y e_j , contienen la puntuación de una persona en el ítem x_j , el factor común F_j , y el factor específico e_j , m : número de Factores comunes, p : número de ítems, F : factor común, $v_{j(1)}$ peso del factor común i -ésimo asociado a la j -ésima variable observada o ítem, $i=1, 2, \dots, m$; $j=1, 2, \dots, p$; e_j : factor único, $j=1, 2, \dots, p$.

D. Análisis por conglomerados

También conocida como análisis clúster (4) es una metodología de clasificación automática jerárquica, se reduce el número de individuos en grupos homogéneos y significativos, denominados conglomerados. En este punto, es preciso, por un lado, definir una medida de la distancia entre individuos que nos indique su grado de similitud o de semejanza y, por otro lado, determinar una estrategia de agrupación de los individuos para la constitución de las sucesivas clases [10]. Es una técnica que se basa en la clasificación de los individuos o elementos de estudio, por tanto, su enfoque no es como las técnicas anteriormente citadas. Esta técnica, se observó que ha sido aplicada cuando el objetivo de estudio es la segmentación de los clientes con respecto a la satisfacción, luego se identifica los factores mediante la aplicación de un análisis discriminante [4].

$$x = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mp} \end{pmatrix} \quad (4)$$

x_{11} : Valor que presente el primer individuo en la primera variable.

x_{12} : Valor que presente el primer individuo en la segunda variable

x_{ij} : Valor que presente el individuo i-ésimo en la variable j-ésima.

E. Correlación canónica

Formulada para estudiar relaciones entre individuos y hechos, es una técnica basada en la búsqueda de un modelo que relaciona un conjunto de variables dependientes con un conjunto de variables independientes o factores de manera simultánea (5). Se encontró investigaciones, en el cual, la técnica destacar las características más resaltantes en procedimientos de prestación de servicios para evaluación de la gestión mediante indicadores de calidad [11].

La idea básica del análisis de correlación canónica comienza buscando una combinación lineal de las y , tal como

$$U_1 = a_1y_1 + a_2y_2 + \dots + a_qy_q \quad (5)$$

y una combinación lineal de las x , tal como

$$V_1 = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_qx_q$$

F. Análisis de componentes principales

Es una técnica para comprimir un conjunto de datos multivariantes manteniendo solo la información que se considere importante simplificando la descripción de un conjunto de datos y analizar la estructura de las observaciones y de las variables [12]. Se observa que la función (6) del uso de componentes principales en la construcción de índices compuestos es generalmente, como en una etapa previa a la construcción del mismo, ya que como bien es conocido, esta técnica permite reducir la información, generalmente cuando se tiene un gran conjunto de variables, por ejemplo, gran cantidad de preguntas en los cuestionarios y necesitamos depurar aquellas preguntas que no aportan información a la dimensión del estudio o al objetivo principal, de esta manera queda la información necesaria que, por lo general, se aplica un análisis factorial [13].

Se considera una serie de variables (x_1, x_2, \dots, x_p) sobre un grupo de objetos o individuos y se trata de calcular, a partir de ellas, un nuevo conjunto de variables (y_1, y_2, \dots, y_p) correlacionadas entre sí, cuyas varianzas vayan decreciendo progresivamente.

Cada y_j ($j = 1, \dots, p$), es una combinación lineal de las (x_1, x_2, \dots, x_p) originales, es decir:

$$y_j = a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + \dots + a_{jp}x_p = a_jx \quad (6)$$

siendo $a_j = (a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{pj})$ un vector de constantes, y $x = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_p \end{bmatrix}$

G. Análisis de correspondencias

Se considera una técnica de gran ayuda cuando se investiga con datos cualitativos, como los recolectados en encuestas sociales. [14]. El objetivo del análisis de correspondencias es reducir un espacio generando nuevas variables llamadas factores que describen las diferencias entre los individuos de estudio de acuerdo con las combinaciones de las características originales. Los individuos semejantes estarán cercanos en el espacio, y las modalidades relacionadas presentarán coordenadas similares, así mismo, los individuos más relacionados a ciertas modalidades, se encontrarán cercanos a las mismas, permitiendo así construir tipologías y visualizándose estructuras del conjunto de objetos o individuos y las modalidades de las diferentes características en estudio [15] es también una técnica de reducción de variables (7) pero a diferencia del análisis de componentes principales es adecuado para variable cualitativas, es por ello, que son muy adecuados en cuestionarios cuando no son de escala tipo Likert, y para los que si son de escalas tipo Likert, se analiza según la categoría de respuesta y no con el puntaje obtenido en el mismo [16],[17].

Dadas dos variables aleatorias X e Y, son independientes si:

$$P(X = x_i, Y = y_j) = P(X = x_i) \cdot P(Y = y_j) \text{ para todo } i, j.$$

Por otra parte, la distancia Chi-cuadrado entre las columnas i y j se define, entonces, como

$$d_{ij}^{col} = \sum_{k=1}^r \frac{1}{p_k} (p_{ki} - p_{kj})^2 \quad (7)$$

donde

$$p_k = \frac{n_k}{n}$$

Se denominan tablas de perfiles fila y perfiles columna.

Finalmente, una vez descrita las principales técnicas multivariantes encontradas en la construcción de índices compuestos para la gestión cultural, se aprecia que, como método para la validación de las técnicas predominó los análisis de sensibilidad.

}

Otro punto para resaltar en los procedimientos de construcción de índices para la gestión es el uso de los cuestionarios de SERVQUAL, SERVPERF, diseñadas para la evaluación de calidad de servicio y percepción del servicio, estandarizadas y validadas por expertos, y que las adaptan a un estudio específico validándolas de nuevo para los escenarios, luego se aplican y se analizan a través de métodos factoriales [2].

III. METODOLOGÍA

A. Materiales y métodos

La investigación inicia con la búsqueda de los documentos en modalidad de artículo científico, mediante el uso de descriptores "Composite Management Indicator", "Multivariate analysis", "Cultural Quality" en idioma inglés y español, en los buscadores: "Google Académico", "Springer Link" e "IEEE Xplore".

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión para la búsqueda de información.

Criterios de inclusión.	<ul style="list-style-type: none"> ● Estudios en el campo de técnicas estadísticas y análisis multivariante ● Artículos publicados desde 2017, con excepciones de artículos de suma importancia de años anteriores ● Artículos científicos, Páginas Web, libros, entre otros publicadas desde el 2017.
Criterios de exclusión:	<ul style="list-style-type: none"> ● Estudios duplicados ● Páginas web sin autor ● Información publicada antes del 2015 que no pertenezca a un artículo científico o libro
Bases de Datos de Búsqueda:	<ul style="list-style-type: none"> ● IEEE Xplore ● Springer Link ● Google Academic ● Google

La búsqueda primaria según los criterios de inclusión y exclusión, permitió la recolección de 45 documentos del cual fueron revisados y leídos uno por uno, descartando aquellos que se consideraron que no guardaban relación con el objetivo principal de la investigación, quedando un total de 21 artículos el cual forma el corpus final de la revisión de la literatura. Luego se procedió a sintetizar la información mediante tablas y se establecieron las técnicas más utilizadas destacándose el objetivo teórico principal de la técnica y la aplicación obtenida.

IV. RESULTADOS

Los métodos multivariantes permiten reducir o sintetizar información sin perder la brindada por las mediciones originales, muy utilizada en el campo de las ciencias sociales [17], según las revisiones bibliográficas se puede obtener a través de técnicas de programación lineal, de optimización, entre otros, inclusive desde el punto de vista teórico, dado por lo que los expertos indiquen, sin embargo, las herramientas estadísticas ofrecen una manera muy óptima de crear índices ya que muchas de estas técnicas multivariantes están basadas en combinaciones lineales de variables originales, entonces esta combinación lineal puede originar una respuesta en una variable dependiente que pudiera ser el propio índice.

Así mismo una vez revisado el corpus conformado por los veinte y uno artículos obtenidos se aprecia y se describen las principales metodologías multivariantes aplicadas. Por una parte, para la construcción de índices compuestos, son varios los métodos y enfoques que existen; métodos basados en programación lineal [18], Fuzzy logit [19], normalización de matrices [20], redes neuronales [21], sin embargo, basando el estudio sólo en metodologías multivariantes para la construcción de índices compuestos se tiene específicamente: Las basadas en combinaciones lineales en el cual los coeficientes de las combinaciones obtenidas permiten detectar los factores más importantes.

Las combinaciones lineales que se forman en técnicas como regresión multivariante, regresión logística, análisis factorial, análisis de componentes principales y análisis de correspondencias tienen la ventaja de ofrecer a través de sus coeficientes, las variables originales que más impactan o influyen en el índice a construir y también, sirven para la toma de decisiones en la parte administrativa o gestión cultural, que serán aquellas que tengan los coeficientes más altos ya sean positivos o negativos ya que influirán de manera inversa o directamente proporcional con la variable respuesta.

CONCLUSIONES

Una vez analizado y discutido el corpus o portafolio de veinte y uno documentos relacionados con la aplicación de los métodos multivariantes para la creación de índices compuestos se puede concluir: Tomando en cuenta el tipo de variable o característica que más predomina en la construcción del índice compuesto dependerá la recomendación de la técnica multivariante a usar, si se predominan variables de tipo cualitativo, hay técnicas específicas como el análisis de correspondencia, si predominan las variables cuantitativas, el análisis de componentes principales es el más adecuado, ambas, tienen la finalidad principal de reducir el número de variables sobre todo cuando existen gran cantidad de características y deseamos escoger las principales para la construcción del índice final, que posterior a la aplicación de algunas de las dos técnicas de reducción de datos, se obtiene a través de métodos donde se resalte la importancia de esa combinación y eso lo ofrece los análisis factoriales.

En investigaciones más novedosas enfocan sus estudios a la aplicación mediante la minería de datos sobre todo cuando abundan los datos, técnicas como redes neuronales, sin embargo, a aún falta investigar la metodología, que desventajas hay de estos procedimientos.

Una de las desventajas en estos índices es la revisión o actualización periódica, para reformulación de este índice, porque en este mundo tan cambiante, sobre todo en la gestión pública, pudieran incorporarse o desincorporarse algunas variables que pierdan importancia o al contrario variables que cobren importancia en la construcción de los índices, entonces son índices muy volátiles que tienen que irse renovando cada cierto periodo de tiempo según lo determinen las personas creadoras de estos índices dependiendo de la institución donde se encuentren [21].

Otra desventaja de los índices o una precaución a la hora de crearlos es, que deben ir de la mano con los expertos o con la teoría que contempla esos índices, es decir, se puede crear índices de análisis de factores, pero puede ser que aparezca una variable con un gran predominio en su respuesta pero teóricamente se contradiga y ahí es donde entra en discusión cual puede prevalecer, si es que se está descubriendo una nueva contribución a una variable respuesta o un índice o simplemente es una contradicción con lo que ocurre en los fenómenos de la naturaleza o fenómenos reales, es por ello la importancia de tener precaución con respecto a estos índices compuestos.

En líneas generales los índices compuestos deben estar creados por parte de un especialista en análisis de datos, pero también de la mano de una mesa de quienes van a gerenciar y a hacer uso de estos indicadores para discutir al fin el resultado final.

REFERENCIAS

- [1] P. J. Saturno, "The invasion of compound indicators. Risks and benefits for the management of the quality," *Rev. Calid. Asist.*, vol. 19, no. 6, pp. 407–415, 2004, doi: 10.1016/s1134-282x(04)77732-5.
- [2] M. Márquez and A. Mejías, "Dimensiones De La Calidad Del Servicio Ofrecido Por El Departamento De Ingeniería Industrial De La Unet," *Universidad, Cienc. y Tecnol.*, vol. 17, no. 67, pp. 68–74, 2013.
- [3] A. Carrasquilla-Batista, A. Chacón-Rodríguez, K. Núñez-Montero, O. Gómez-Espinoza, J. Valverde-Cerdas, and M. Guerrero-Barrantes, "Regresión lineal simple y múltiple: aplicación en la predicción de variables naturales relacionadas con el crecimiento microalgal," *Rev. Tecnol. en Marcha*, vol. 29, no. 8, p. 33, 2016, doi: 10.18845/tm.v29i8.2983.
- [4] Á. Gómez Degraives, "Técnicas estadísticas multivariantes para valorar la satisfacción de clientes," 2021, [Online]. Available: https://tauniversity.org/sites/default/files/articulo_tecnicas_estadisticas_multivariantes_para_valorar_la_satisfaccion_de_clientes.pdf.

- [8] K. P. Romero, "Análisis factorial exploratorio mediante el uso de las," vol. 5, pp. 903–924, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4453224>.
- [9] C. D. Helfrich, Y. F. Li, D. C. Mohr, M. Meterko, and A. E. Sales, "Assessing an organizational culture instrument based on the Competing Values Framework: Exploratory and confirmatory factor analyses," *Implement. Sci.*, vol. 2, no. 1, 2007, doi: 10.1186/1748-5908-2-13.
- [10] I. Aguado Moralejo, C. Echebarria Miguel, and J. M. Barrutia Legarreta, "Aplicación de un análisis clúster para el estudio de la segregación social en el municipio de Bilbao," *Boletín la Asoc. Geógrafos Españoles*, no. 81, pp. 1–35, 2019, doi: 10.21138/bage.2763.
- [11] C. Joaquín Duany, "ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE INDICADORES DE CALIDAD DEL HOSPITAL 'DR. JOAQUÍN CASTILLO DUANY,'" pp. 1–17, 2013.
- [12] J. Polanco, "El papel del análisis por componentes principales en la evaluación de redes de control de la calidad del aire," *Comun. en Estadística*, vol. 9, no. 2, pp. 271–294, 2016.
- [13] J. A. Arciniegas and A. A. Mejías, "Perception of the quality of services provided by the Military University of Granada based on the Servqualing scale, with factorial analysis and multiple regression," *Comuni@cción*, vol. 8, no. 1, pp. 26–36, 2017, [Online]. Available: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2219-71682017000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- [14] M. Greenacre, *La práctica del análisis de correspondencias*, vol. 44, no. 8. 2008.
- [15] V. H. Algañaraz Soria, "El 'Análisis de Correspondencias Múltiples' como herramienta metodológica de síntesis teórica y empírica. Su aporte al estudio del locus universitario privado argentino (1955-1983)," *Rev. Latinoam. Metodol. las Ciencias Soc.*, vol. 6, no. 1, pp. e003–e003, 2016.
- [16] R. C. Elisondo and M. F. Melgar, "Museos virtuales y enseñanza creativa en arquitectura y diseño," *ReiDoCrea Rev. electrónica Investig. Docencia Creat.*, no. 2016, pp. 154–166, 2020, doi: 10.30827/digibug.57751.
- [17] L. Maria, L. Useche, and C. M. Rodríguez, "A student 's academic index using multivariate techniques To cite this version : HAL Id: hal-03551705," *HAL open Sci.*, 2022.
- [18] M. Ziaabadi, M. Malakootian, M. R. Zare Mehrjerdi, S. A. Jalae, and H. Mehrabi Boshrebadi, "How to use composite indicator and linear programming model for determine sustainable tourism," *J. Environ. Heal. Sci. Eng.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–11, 2017, doi: 10.1186/s40201-017-0271-5.
- [19] S. M. Famurewa, C. Stenström, M. Asplund, D. Galar, and U. Kumar, "Composite indicator for railway infrastructure management," *J. Mod. Transp.*, vol. 22, no. 4, pp. 214–224, 2014, doi: 10.1007/s40534-014-0051-1.
- [20] A. Deepak, D. Kumar, and V. Sharma, "Developing an effectiveness index for biomedical waste management in Indian states using a composite indicators approach," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 28, no. 45, pp. 64014–64029, 2021, doi: 10.1007/s11356-021-13940-4.
- [21] P. Centorrino, A. Corbetta, E. Cristiani, and E. Onofri, "Managing crowded museums: Visitors flow measurement, analysis, modeling, and optimization," *J. Comput. Sci.*, vol. 53, p. 101357, 2021, doi: 10.1016/j.jocs.2021.101357.

LAS AUTORAS



Daniela Barreiro Linzán, Ing. en Informática y Ciencias de la Computación, Maestrante de la Maestría de Estadística Aplicada mención Estadística de la Universidad Técnica de Manabí.



Lelly María Useche Castro, Ingeniero Industrial, PhD en Estadística. Directora del Grupo de Análisis Multivariante y Estocástico (G.A.M.E). Instituto de Ciencias Básicas. Departamento de matemáticas y estadística. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.