

A PROPÓSITO DE LA SEMÁNTICA Y DE LA FONÉTICA POLIVALENTE EN LA MATEMÁTICA

DOCTOR D. FRANCISCO JAVIER DÍAZ-LLANOS SÁINZ-CALLEJA
Académico de Número de la Real Academia de Doctores de España

DOCTORA DÑA. M.^a DEL CARMEN CERMEÑO CARRASCO
Miembro de Número de la Sociedad Española de Genética Humana, n.º 467.
Antigua profesora de Genética y Citogenética en las Universidades
Politécnica de München y Andgewante de Berlín, Germany.
Referee de artículos en dichas Universidades.
«Venia docendis» en ambas Universidades

DOCTOR D. LUIS MARTÍNEZ DE VELASCO
Profesor de Filosofía y Ética en el IES «Silverio Lanza» Getafe

RESUMEN

Dado que —desde nuestro punto de vista— es imprescindible para los estudiantes de la Matemática, el conocimiento de —al menos— el significado de los conceptos fundamentales, hemos decidido mostrar una breve reflexión de algunos de los que se utilizan con bastante frecuencia en los libros de texto de **álgebra lineal, análisis numérico matricial, cálculo de probabilidades y análisis estadístico multidimensional**.

Palabras clave: valores propios, vectores propios, teorema del límite central, modelo de trayectoria utilizando el método de mínimos cuadrados parciales (PLS), ridge regression, densidad de probabilidad, ley de probabilidad, modelo, biometría, mercadometría, ley Ji-cuadrado centrada de Helmer (1875), espacio euclidiano, distancia euclidiana, cuadrado de la norma de un vector en el sentido de una métrica, geometría multidimensional (afín y euclidiana), dendrograma, árbol, método, algoritmo, técnica.

INTRODUCCIÓN

La razón principal de que nos hayamos decidido a escribir este artículo no es por simple capricho, sino porque, lamentablemente, en el siglo XXI aún se siguen cometiéndose en los libros de texto de **álgebra lineal, análisis numérico matricial, cálculo**

de probabilidades y análisis estadístico multidimensional, ciertas incorrecciones en la traducción de palabras y frases, e imprecisiones conceptuales en la **Matemática**.

UNA BREVE REFLEXIÓN SOBRE EL IDIOMA CIENTÍFICO

Hemos de recordar que, desde antes de la primera guerra mundial, el idioma científico —por excelencia— era el **alemán**, así como también el **francés**, pasando a ser el **inglés** el preponderante sobre el **alemán** después —principalmente— de la segunda guerra mundial.

Es quizá por esta razón por la que algunos de los conceptos que revelaremos posteriormente, han sido o bien mal traducidos al **inglés** y/o confusamente al castellano o —en su caso— enunciados de forma parcial o totalmente **incorrecta**, por otros poco conocedores del idioma y/o de la materia. Debido a esto se ha perdido su riguroso significado careciendo —en ocasiones— de sentido.

Relegar el **alemán** y el **francés** a un segundo plano, científicamente hablando, nos parece lamentable puesto que, desde el siglo XVIII hasta el XXI, no ha habido ni habrá ningún **matemático** de la categoría de Johann Carl Friedrich Gauss (1777-1855) y Pierre-Simon Laplace (1749-1827) ya que, así como el primero fue el mejor **matemático** de su época llamado a título póstumo «*El Príncipe de los matemáticos*», al segundo, le llamaban «*El matemático de los cielos*» (1).

En el año 1801, Johann Carl Friedrich Gauss se hizo famoso en toda Europa por determinar la órbita de **Ceres** sobre el papel, utilizando su método de los mínimos cuadrados (2) (pág. 15).

CONCEPTOS PROVENIENTES DEL ALEMÁN QUE HAN SIDO TRADUCIDOS AL FRANCÉS, CASTELLANO E INGLÉS

Nos estamos refiriendo a los conceptos llamados **Eigenwert, Eigenwerte, Eigenvektor, Eigenvektoren**.

El verdadero significado de los mismos se contempla en (3).

TRADUCCIÓN DE EIGENWERTE Y DE EIGENVEKTOREN AL FRANCÉS

Que nosotros sepamos, en Francia, al menos desde el año 1964 (4) hasta el año 2010, dichos conceptos han sido traducidos por **valeurs propres** y **vecteurs propres** en los libros de texto de **algèbre linéaire, analyse numérique matricielle** y **analyse statistique multidimensionnelle**.

En los años 1983 (5), 1986 (6) y 1987 (7), un grupo de **matemáticos franceses**, escribieron libros muy relevantes sobre: **L'analyse numérique matricielle** en los cuales aparecían los conceptos con el nombre de: **valeurs propres** y **vecteurs propres**.

TRADUCCIÓN DE EIGENWERTE Y DE EIGENVEKTOREN AL CASTELLANO

Que nosotros sepamos, en España, al menos, desde el año 1964 hasta el año 2010, dichos conceptos tan sido traducidos al castellano, en gran parte de las Universidades, con el nombre de: **autovalores** y **autovectores**.

En el año 1976, Mario Torres Salazar, los tradujo del **inglés** al **castellano** del libro original de Howard Antón (8) como: **valores característicos** y **vectores característicos**.

Desde el año 1980, el profesor Francisco Michavila Pitach, Catedrático de Matemática Aplicada y Métodos Informáticos de la ETSI de Minas de Madrid, ya los llamaba: **valores propios** y **vectores propios**.

En las traducciones del **inglés** al **castellano** de los libros (9, 10) se contemplan con los términos de: **eigenvalores** y **eigenvectores**.

Es obvio que dicha traducción no es **castellano** ni **alemán**, sino una «mixtura» entre ambos idiomas.

En el libro de texto de **álgebra lineal** que se escribió en **castellano** en el año 2003 (11), en lugar de llamarlos **autovalores** y **autovectores**, los autores los llaman —finalmente— **valores propios** y **vectores propios**.

Un año más tarde, el profesor Lorenzo Avellanas Rapún, Catedrático de Métodos Matemáticos de la Física de la Universidad Complutense de Madrid, tradujo un libro de texto de Álgebra Lineal del **inglés** al **castellano** (12).

En dicho libro de texto, a dichos conceptos se les denomina **valores propios** y **vectores propios**.

A pesar de que en España se va difundiendo esta última nomenclatura, sin embargo, aún en ciertas Universidades, prevalece la tendencia a denominarlos **autovalores** y **autovectores**.

Los profesores Santiago L. Ipiña y Ana I. Durand, pertenecientes al Departamento de Matemática Aplicada (Biomatemática) de la Universidad Complutense de Madrid, han escrito un libro de texto en el cual los siguen denominando **autovalores** y **autovectores** (13).

En la última reimpression de la traducción del libro original escrito por J. F. Jr. Hair y co-autores en **inglés** (14) al **castellano** (15) realizada en el año 2008 se contemplan los términos de: **autovalor** y **autovalores**.

Es obvio que, entre todas las traducciones que se han realizado al **castellano** la más correcta es la de: **valores propios** y **vectores propios**.

TRADUCCIÓN DE EIGENWERTE Y DE EIGENVEKTOREN AL INGLÉS

De los libros consultados de **álgebra lineal en inglés**, tan sólo hemos encontrado uno de F. A. Graybill (16) en el que, estos conceptos presentan una denominación íntegramente inglesa como: **characteristic roots** y **characteristic vectors**.

En los libros de Bell (17) y de Legendre (18) se les llama: **eigenvalues** y **eigenvectors**, y en el libro de Brand y Sherlock (19) **eigenvector**.

Es decir que, salvo en el libro de F. A. Graybill, en el resto se hace una traducción «a medias», es decir, **anglo-alemana** que, en ciertas ocasiones, es «*incorrecta*».

TRADUCCIÓN DE EIGENWERTE Y DE EIGENVEKTOREN DEL RUSO AL CASTELLANO

Por otra parte, en el año 1973, Mauricio Benzaquen tradujo del **ruso al castellano** el libro original de Faddeeva (20). En el mismo, dichos conceptos se encuentran denominados como: **valores propios** y **vectores propios**.

¿TEOREMA CENTRAL DEL LÍMITE O TEOREMA DEL LÍMITE CENTRAL?

Para la elección de una de estas dos opciones hemos de indicar que en **inglés** se dice **central limit theorem**.

A continuación no sólo mostraremos las traducciones que se han realizado de dicho teorema al **francés** y al **castellano**, sino también cual es la opción que en **castellano** nosotros consideramos más **correcta**.

TRADUCCIÓN DE CENTRAL LIMIT THEOREM AL FRANCÉS

Así como los profesores Y. Lepage, M. Moore y R. Roy (21) (págs. 459 a 469) lo traducen por **Théorème de limite centrale**, los profesores L. Lebart, A. Morineau y J. P. Fénélon (22) (pág. 57) lo traducen por **Théorème de la limite centrale**.

Tanto el profesor L. Chambadal (23) (pág. 108) como los profesores D. Pret-Gentil y S. Roverato (24) (pág. 232) lo traducen por **Théorème de la limite centrée**.

El profesor Gilbert Saporta (25) (pág. 62) dice que: «*le théorème suivant connu sous le nom de théorème central-limite (il vaudrait mieux dire théorème de la limite centrée) établit la convergence vers la loi Gauss sous des hypothèses peu contraignantes*».

A pesar que en Francia, L. Chambadal en el año 1970 explica —claramente— en (23) (pág. 108) que **central limit theorem** no debe traducirse por **Théorème central limite** sino por **Théorème de la limite centrée**, muchos profesores franceses no han tenido en cuenta su consejo y lo han traducido por **Théorème central limite** (26, 27, 28, 29, 30).

TRADUCCIÓN DE CENTRAL LIMIT THEOREM AL CASTELLANO

Que nosotros sepamos, en España, salvo el profesor Ángel Anós (apuntes de Estadística ETS de Ingenieros Agrónomos de Madrid, pág. 120), desde el año 1969 hasta el año 2010, se explica en muchas Universidades españolas con el nombre de **Teorema central del límite**. A título informativo indicaremos que, en los años, 1976, 1979, 1988, 2004 y 2008, los profesores Sixto Ríos (31), Gonzalo Arnáiz Vellando (32), Vicente Paloma Quesada y colaboradores (33, 34), Ricardo Vélez Ibarrola (35), Vicente Novo Sanjurjo (36), Ana García Sipols y Clara Simón de Blas (37) y, Santiago L. Ipiña y Ana I. Durand (13) le seguían llamando **Teorema central del límite**.

Aquellos autores que lo hayan traducido por **Teorema central del límite** deberían, por un lado, responder a la siguiente pregunta: ¿Qué es lo que es **central**, el **teorema** o el **límite**? Y, posteriormente, reflexionar si dicha traducción al **castellano** es **correcta**.

¿POR CUÁL DE ESTAS DOS OPCIONES NOS INCLINAMOS?

Amparándonos no sólo en la justificación que indica —claramente— el profesor L. Chambadal en (23) (pág. 108) sobre la conveniencia de traducir dicho teorema del **inglés** al **francés** por **Théorème de la limite centrée**, sino también por la aceptación de dicha traducción por un conjunto de profesores franceses y por el profesor Ángel Anós nos adherimos a éstos considerando que la traducción **correcta** del **inglés** al **castellano** es: **Teorema del límite central**.

TRADUCCIÓN DE PLS PHAT MODELING AL CASTELLANO

Aunque, esta frase, se está difundiendo cada vez más en el mundo científico, aún no se ha traducido al **francés** ni al **castellano**. Por tal motivo, nosotros proponemos la siguiente traducción al **castellano**:

PLS Phat Modeling: modelos de trayectoria utilizando el método de mínimos cuadrados parciales.

El 29 de abril de 2010, Addinsoft ha lanzado al mercado la versión XLSTAT 2010.3 compatible con Excell 2010. Esta versión contiene —entre otros— los **modelos de trayectoria utilizando el método de mínimos cuadrados parciales** (PLSPM).

TRADUCCIÓN DE RIDGE REGRESSION AL CASTELLANO

Mientras que en Francia se ha conservado íntegramente la frase inglesa, en España, determinados autores, la han traducido —desafortunadamente— por la **regresión cresta**.

Nosotros entendemos que ciertas palabras o frases deben permanecer en su idioma original si su traducción es **desafortunada**.

¿BIOMATEMÁTICA O BIOMETRÍA?

Indiscutiblemente, a los autores que hayan optado por el término de **Biomatemática** en lugar de **Biometría**, les aconsejamos que verifiquen dicho término en los **diccionarios de Matemática** adecuados ya que, mientras que **Biometría** sí existe, **Biomatemática** no. Exactamente lo mismo ocurre con la asignatura de **Bioestadística**, dicha palabra no existe en un **diccionario de Matemática** de rigor científico.

CONFUSIONISMO EN LOS LIBROS DE ESTADÍSTICA ENTRE $f(\cdot)$ y $f(x)$

Es obvio que $f(\cdot)$ es una función y $f(x)$ es la imagen de la función, así que no es **correcto** tratar estas dos nomenclaturas como si fueran iguales como ocurre en (38).

Es sabido que, al menos, desde el año 1971, para que $f(\cdot)$ sea una **densidad de probabilidad** se tienen que cumplir las condiciones contempladas en (39).

¿FUNCIÓN DE DENSIDAD O DENSIDAD DE PROBABILIDAD?

En Francia, en el año 1971, los profesores P. Louquet y A. Vogt (39) además de utilizar el término de **ley**, aclaran perfectamente el concepto de **densidad de probabilidad**.

En el año 1998, Dariush Ghorbanzadeh (40) hace alusión a la **densidad**.

No está de más recordar que, si X es una variable aleatoria real, $f_X(\cdot)$ es su densidad.

En España, los autores de los libros de texto de **cálculo de probabilidades** utilizan el concepto de **función de densidad**, salvo en el libro de Ricardo Vélez Ibarrola, que hace alusión a la **densidad** (35).

Así pues, por lo expuesto —a un nivel básico— en (39) a nosotros nos parece más **correcto** decir **densidad** que **función de densidad**.

DISIMILITUDES ENTRE LEY DE PROBABILIDAD Y MODELO

Mientras que los libros de texto de cálculo de probabilidades escritos en **francés**, distinguen perfectamente entre una **ley de probabilidad** y un **modelo**, en los encontrados en **castellano**, aún hay autores que confunden dichos conceptos.

A estos autores no sólo les vamos a recordar las definiciones de **ley** y **modelo** extraídas de un **diccionario de Matemática**, sino también cuales son las definiciones de **modelo** para E. Malinvaud, E. F. Beach, J. L. Sanpedro y Jean-Paul Benzécri.

Definición de ley: *«regla y norma constante e invariable de las cosas, nacida de la causa primera o de las cualidades y condiciones de la misma».* DRAE.

Definición de modelo: *«esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja (por ejemplo, la evolución económica de un*

país), que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento». DRAE.

A continuación mostraremos cómo definen **modelo** cada uno de los cuatro investigadores ya aludidos.

Según E. Malinvaud, un **modelo** es: «una representación formal de ideas, de conocimientos relativos a un fenómeno».

Según E. F. Beach, un **modelo** es: «un conjunto de relaciones entre un grupo de variables».

Según J. L. Sanpedro, un **modelo** es: «una representación simplificada y en símbolos matemáticos de cierto conjunto de relaciones económicas».

Selon Jean-Paul Benzécri, un **modèle** est: «un système de formules qui permet de calculer, en fonction des variables inobservables, les quantités observées».

Ni que decir tiene que, estas definiciones de **modelo**, se alejan mucho de lo que es una **ley de probabilidad**.

Dicha confusión conceptual, puede dañar —gravemente, sobre todo— a los alumnos que se estén iniciando en materias concretas como el **álgebra lineal, cálculo de probabilidades y análisis estadístico multidimensional**.

Por otro lado, el hecho de que Karl Pearson (1857-1936) en el año 1893 decidiera llamar a la **ley de Laplace-Gauss, ley normal** (2) (págs. 31 a 34), no nos parece pertinente, ya que lo hizo una vez que habían fallecido Pierre-Simon Laplace y Johann Carl Friedrich Gauss.

No está de más recordar que, así como los profesores Philippe Tassi y Sylvia Legait (41) utilizan el término **ley**, el profesor Juan Ignacio Domínguez Martínez (42) utiliza el término **modelo**.

Los profesores José M. Durá Peiró y Javier M. López Cuñat (43), aunque en el título de su libro hacen alusión a los **modelos probabilísticos** para la inferencia, utilizan el término de **distribución**.

Los profesores Sixto Ríos (31), Gonzalo Arnáiz Vellando (32), Vicente Quesada Paloma y colaboradores (33, 34), utilizan el término de **distribución**.

Finalmente, el profesor Manuel López Cachero (44) presenta dos nomenclaturas distintas: **distribución y ley**.

DISCREPANCIAS ENTRE INVESTIGADORES EN CUANTO A QUIEN SE LE DEBE ATRIBUIR LA LEY JI-CUADRADO CENTRADA

Por un lado, E. Morice [inspecteur general honoraire à l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques], dice —claramente— que, la **ley Ji-cuadrado**

centrada es debida a Helmer (1875) (45) y, por otro, Yodolad Dodge [professeur de statistique et de recherche opérationnelle à l'Université de Neuchâtel, Suisse] indica que, según O. B. Sheynin, ésta es de Abbe (1863) (46).

Dado que, en uno de los libros de Harald Cramér [profesor de Matemáticas Actuariales y Estadística Matemática de la Universidad de Estocolmo] (1893-1985) la **ley Ji-cuadrado centrada** se la atribuye a Helmer (1875), nosotros nos mostramos partidarios con lo apuntado por este autor.

Mientras que algunos autores nombran —exclusivamente— la **ley Ji-cuadrado** «*per se*», otros, atribuyen dicha **ley** a Karl Pearson (1857-1936) [profesores: Vicente Novo Sanjurjo (36), Manuel López Cachero (44), M.^a José del Moral Ávila (47), Ana García Sipols y Clara Simón de Blas (37), etc.]. Sin embargo, queremos resaltar el grave error en el que incurren estas tres últimas autoras dado que, además, indican que esta **ley** la introdujo Karl Pearson en el año 1900.

Recordemos que, dicho matemático, retomó la **ley Ji-cuadrado centrada** de Helmer (1875) para incorporarla en la **regla general de decisión que nos permite averiguar, si aceptamos o rechazamos la hipótesis nula de independencia entre caracteres (tabla de contingencia)** y, esto sí es lo que hizo Karl Pearson en el año 1900.

No está demás recordar que Karl Pearson en el año 1922 escribió un artículo sobre el **test de la Ji-cuadrado** (48).

¿MARKETING, MERCADOTECNIA O MERCADOMETRÍA?

Una reflexión sobre estas tres palabras.

En primer lugar, hemos de apuntar que, el término **Marketing** es un anglicismo que tiene diversas definiciones.

En **castellano**, suele traducirse por **Mercadotecnia** o **Mercadeo**.

Por otra parte, la palabra **Marketing** está reconocida por el **Diccionario de la Real Academia Española** aunque se admite el uso del anglicismo, la **RAE** recomienda usar con preferencia la voz **castellana Mercadotecnia**.

Con respecto al término **Mercadometría**, la 22.^a edición (2001) del **DRAE** no lo contempla.

En este sentido, hemos de apuntar que la Universidad de NUR, prestigiosa (para estos temas), Institución boliviana sin fines lucrativos (fundada en 1982 y respaldada legalmente por el Decreto Supremo n.º 20.441 de agosto de 1984), en su Plan de Estudio se encuentra contenida la carrera de **Ingeniería Comercial** (9-4-2008). Pues bien, de los diez semestres de los que consta, en el 5.º, 6.º, 7.º, 8.º y 9.º, se estudia **Mercadotecnia** y en el 7.º **Mercadometría**. Por otra parte, en la revista *PJ: Br-Jornalismo Brasileiro* se contempla la palabra **Mercadometría**.

Teniendo en cuenta que el **experto** Philip Kotler hace alusión a la frase **Ingeniería de la Demanda**, nos parece que la de **Ingeniería Comercial** está más adaptada

que la de **Marketing**. Ninguna de las asignaturas del Plan de Estudios de la Universidad de NUR se titula **Marketing**. Así pues, parece extraño que en el **DRAE** aparezca la palabra **Econometría** y no la palabra **Mercadometría**.

Es verdaderamente lamentable que, siendo la lengua española tan rica en vocabulario, la **Real Academia de la Lengua Española** destierre la palabra **Mercadometría** de su **diccionario** y que quede ésta sustituida por **Marketing** cuando, incorporando la segunda y dejando la primera, el lenguaje quedaría modernizado, actualizado y enriquecido. **Mercadometría** guarda un paralelismo con la palabra **Econometría** que, sí se encuentra el dicho **diccionario**. Sin embargo, la palabra **Marketing** —que no aparece en la carrera de **Ingeniería Comercial** de la Universidad de NUR— se encuentra como sinónimo de **Mercadotecnia**.

Debido a estas reflexiones, nosotros nos hemos tomado la libertad de definir **Mercadometría** como: la parte de la **ciencia del mercado** que se fundamenta en la aplicación conjunta de la **Matemática aplicada** [geometría multidimensional (afín, euclidiana), análisis de datos multidimensionales] y de la **Economía** (microeconomía, macroeconomía), para conseguir **optimizar** —haciendo uso de los operadores de Lagrange—, las **estrategias metodológicas** que más se adapten al **mercado potencial concreto** —objeto de estudio—, mediante los **modelos espacio-temporales lineales y no lineales fuera de hipótesis distribucionales «a priori»**.

¿EUCLÍDEO/A, EUCLIDIANO/A O EUCLIDEANO/A?

Según se desprende de la lectura del **Diccionario Grande alemán (2006)**, así como del **Gran Diccionario Larousse de la lengua española (2008)**, las palabras: **euclídeo/a** y **euclidiano/a** son sinónimos.

No obstante, hemos podido constatar —cronológicamente— que tanto en los **diccionarios del saber moderno. La Filosofía (1974) (49)**, el del **uso del español de María Moliner (2007)**, **Enciclopédico Larousse (2008)** y **Avanced learner's Dictionary (2009)** prevalece la palabra **euclidiano/a** frente a la de **euclídeo/a**.

En ninguno de los mismos, ya aludidos, aparece la palabra **euclideano/a**.

¿ESPACIO EUCLÍDEO O ESPACIO EUCLIDIANO?

No está de más recordar que, tanto en la traducción del **francés** al **castellano** del **diccionario del saber moderno. La Filosofía (1974) (49)**, como en la traducción del **inglés** al **castellano** de, al menos, un libro representativo de la **Historia de la Matemática (2009) (50)**, prevalece la opción de **espacio euclidiano** frente a la de **espacio euclídeo**. Asimismo, en los libros **franceses** y **españoles** de **Matemática** existen discrepancias entre estas dos opciones.

Mientras que en los libros originales **franceses** prevalece la opción de **espacio euclidiano**, los **españoles** optan por la **espacio euclídeo**.

Acto seguido, mostramos un conjunto de libros escritos por verdaderos profesionales —en sus temas concretos— en los cuales se hace referencia a ambas opcio-

nes. Finalmente, mostraremos cual es nuestro posicionamiento en cuanto a este tema concreto.

- **Diccionario del saber moderno. La Filosofía escrito en francés (1969) y traducido al castellano (1974) (49).**

En este texto en la página 186, se hace referencia al **espacio euclidiano**, a la **geometría euclidiana** y a las **dos geometrías no euclidianas** que se construyeron por Lobatchevski (1829) y por Riemann (1867), respectivamente. En el capítulo titulado: «La epistemología», de François Guéry, se hace alusión a la **geometría euclidiana** (49) (págs. 123 y 125).

- **Libro de Historia de la Matemática escrito en inglés y traducido al castellano (2009).**

Ian Stewart en (50) no sólo hace alusión al **espacio euclidiano** y a la **geometría euclidiana** sino que, también hace referencia a lo —ya— dicho por Immanuel Kant desde el siglo XVIII en cuanto que la **geometría del espacio** debía ser **euclidiana**.

No está de más recordar que, Kant colaboró con Pierre-Simon Laplace en su teoría sobre la **hipótesis nebular** (1755) y, que este último, junto con su teoría sobre la **hipótesis rotacional**, la perfeccionó (1796).

- **Libros escritos en francés de Análisis de Datos: 1970 a 1980.**

Entre los libros más representativos escritos sobre el tema del **Análisis de Datos a la «française»** (1970/1980) destacamos dos de ellos, no sólo por su rigor científico, sino además, por su exposición didáctica. A continuación mostramos —en orden cronológico— los títulos de dichos libros:

- 1.º «Introduction à l'Analyse des Données», de Francis Cailliez y Pierre Pagès (51).
- 2.º «Pratique de l'Analyse des Données. Analyse des Correspondances. Exposé élémentaire», de Jean-Paul Benzécri et F. Benzécri (52). En este libro los autores introducen —de forma precisa y didáctica antes de presentar el **análisis de correspondencias**— dos capítulos básicos de la **geometría multidimensional: geometría vectorial y geometría afín** (52) (págs. 94 a 121), y **geometría euclidiana** (52) (págs. 122 a 142). Desafortunadamente, estos dos capítulos —siendo básicos para poder entender en profundidad el **Análisis de Datos a la «française»**— no se encuentran en la mayoría de los libros que tratan de este tema concreto.

- **Libros escritos en castellano de Matemática (álgebra, geometría).**

Entre los libros más significativos destacamos —en orden cronológico— tres de ellos.

- 1.º Por una parte, el libro: «Curso de álgebra y geometría», de Juan de Burgos Román (53) y, por otra,

- 2.º los libros: «**Álgebra lineal-básica**», de Ana María Díaz Hernández y co-autores (11), y
- 3.º «**Elementos de geometría y programación lineal**», de Luis Tejero Escribano y co-autores (54). En los libros (53, 11, 54) se contempla la opción de **espacio euclídeo**.

¿CUÁL ES NUESTRO POSICIONAMIENTO EN CUANTO A ESTAS DOS OPCIONES?

Basándonos en la convergencia opcional en cuanto al espacio euclidiano, propugnada por tres grandes científicos de diferentes ramas del saber, tales como: Immanuel Kant, Ian Stewart y Jean-Paul Benzécri, nosotros nos adherimos a la opción de estos científicos: **espacio euclidiano**, por considerarla la más adecuada.

RECOMENDACIONES A LOS INVESTIGADORES NO EXPERTOS EN MATEMÁTICA ANTES DE LEER LIBROS CON CONTENIDO CIENTÍFICO ACEPTABLE DE INFERENCIA ESTADÍSTICA LINEAL, DEL MODELO LINEAL Y DE ANÁLISIS DE DATOS, LEAN LOS LIBROS QUE LES PROPONEMOS

- **Libros de Inferencia Estadística Lineal y del Modelo Lineal.**

Antes de leer libros sobre estos temas, el lector debe tener una base sólida —a nivel de segundo ciclo— de **álgebra (álgebra matricial)**.

Los libros más significativos sobre estos temas son: «Linear Statistical Inference and its applications», de R. C. Rao (55), y «Lineal Models», de S. R. Searle (56).

- **Libros de Análisis de Datos a la «française».**

Antes de leer estos libros, el lector debe tener una base sólida no sólo del **álgebra lineal y tensorial**, sino también de la **geometría multidimensional (afín y euclidiana)**.

No está demás recordar que Jean-Paul Benzécri introdujo el **álgebra tensorial** en la exposición que realizó en los años 1960 sobre el **análisis de correspondencias** y que está contenida en (57) y que Henry Ralambondraing también utilizó el **álgebra tensorial** para relacionar los **métodos factoriales** con los **algoritmos de clasificación** (58).

Los libros más significativos sobre este tema son:

«L'Analyse des Données. Tome I. La Taxinomie (59), y «L'Analyse des Données. Tome II. L'Analyse des Correspondences» (57). «*Le terme même d'analyse des correspondences remonte à l'automne de 1962, et le premier exposé de la méthode sous ce titre fut donné par Jean-Paul Benzécri au Collège*

de France dans une leçon du cours Peccot d'hiver 1963. L'analyse des correspondances telle qu'on la pratique en 1977 ne se borne pas à extraire des facteurs de tout tableau de nombres positifs» (60) (pág. 101).

Desde que Jean-Paul Benzécri impartió su primera lección sobre el **análisis de correspondencias** en el invierno del año 1963 hasta los años 1980, no surgió l'**Ecole Française d'Analyse des Données**.

- **Libros escritos en castellano de iniciación al Análisis de Datos.**

Tan sólo vamos a mostrar —en orden cronológico— tres de estos libros:

- 1.º «El análisis de datos en el cierre de ventas», de Francisco Javier Díaz-Llanos (61).
- 2.º «La regresión PLS en las ciencias experimentales», de Francisco Javier Díaz-Llanos y José Luis Valencia (62).
- 3.º «Métodos de predicción en situaciones límites», de Francisco Javier Díaz-Llanos y José Luis Valencia (63).

- **Libro escrito en castellano de Análisis de Datos didáctico sobre el análisis estadístico de las encuestas de opinión.**

- 1.º «Técnicas avanzadas en el tratamiento estadístico de las encuestas de opinión», de Francisco Javier Díaz-Llanos y José Luis Valencia (64). En este libro los autores proponen una nueva estrategia metodológica basada en los **operadores WD**, de Yves Escoufier, los **métodos factoriales** y los **algoritmos de clasificación**. Este texto está diseñado para que cualquier lector —de segundo ciclo— pueda entenderlo sin dificultad.

CUADRADO DE LA NORMA DE UN VECTOR O CUADRADO DE LA NORMA DE UN VECTOR EN EL SENTIDO DE UNA MÉTRICA?

Teniendo en cuenta que los autores de los libros escritos en **castellano de álgebra lineal y geometría**, optan por la opción del **cuadrado de la norma de un vector** nos inclinamos a pensar que desconocen el **papel decisivo** que juega la **métrica** tanto en los **métodos factoriales** como en los **algoritmos de clasificación automática en un espacio métrico**. Por tal motivo, invitamos a los futuros autores de dichos libros que, antes de escribirlos lean, al menos, la Tesis Doctoral de Myrtille Vivien, titulada: «Approches PLS linéaires et non linéaires pour la modélisation de multi-tableaux: théorie et applications» (presentada en la Université de Montpellier I el 3 de diciembre de 2002). No dudamos que, como resultado de su lectura incluirán en sus libros de texto el concepto del **cuadrado de la norma de un vector en el sentido de una métrica** indicando —claramente— cual es el objetivo de la inclusión de la **métrica**. Sin duda alguna, actuando de esta forma, tanto los alumnos como los futuros investigadores o investigadores, podrán percatarse de la importancia de estudiar con atención no sólo el **álgebra lineal** y en especial el **álgebra tensorial**, sino también, la **geometría multidimensional**, casi ausente en los libros de texto de **geometría**, para

tratar con éxito tanto sus datos empíricos de carácter multidimensional así como sus problemas **tipológicos** fuera de hipótesis distribucionales *a priori*. Digo fuera de hipótesis distribucionales *a priori* dado, que, Jean-Paul Benzécri dice que, jamás se verifican en la práctica (57) (pág. 3). Siendo conscientes de la necesidad del estudio de estas materias, el colectivo ya aludido, estudiará con mayor motivación estos temas que si tan sólo se limitaran a resolver ejercicios y problemas de alta complejidad pero, carentes de utilidad y atractivo práctico.

¿DISTANCIA: EUCLÍDEA, EUCLIDIANA O EUCLIDEANA ?

Tal como hemos indicado en el epígrafe: ¿**Euclídeo/a, euclidiano/a o euclideano/a?**, así como la **distancia euclídea** y la **distancia euclideana** son sinónimos, la **distancia euclideana** no existe en **castellano**. Por tanto, aconsejamos a los autores o co-autores que escriban monografías individuales en los libros, destierren en sus nuevas publicaciones la opción inexistente de **distancia euclideana**. Así como en el **diccionario de la lengua española de la Real Academia Española (1984)** opta por la **distancia euclidiana**, en el **vocabulario científico y técnico de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (1990)** opta por la **distancia euclídea**. A título informativo hemos de apuntar que entre los Académicos Numerarios de la Real Academia de Doctores de España, el profesor Darío Maravall Casesnoves es también Académico Numerario de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales por sus grandes aportaciones en el dominio de la **Física** y actualmente en el de la **Robótica**.

No obstante, entre estas dos opciones, nosotros nos inclinamos por la **distancia euclidiana** no por simple capricho sino porque esta opción, está contenida en los libros más relevantes escritos en **francés** y en **inglés** por profesionales de prestigio internacional en el dominio de la **Matemática**. A título orientativo, vamos a mostrar un conjunto de libros que hacen referencia a la **distancia: euclídea, euclidiana y euclideana**, para que los lectores puedan percatarse de la incidencia en la elección de cada una de ellas y elegir aquella que prefieran retener para utilizarla en sus trabajos de investigación basados en datos empíricos.

- **Libro de texto traducidos del inglés al castellano de álgebra lineal.**

En la traducción del texto original: «**Linear algebra with applications**» (65) al castellano: «**Álgebra lineal con aplicaciones**» (10), de Georges Nakos y David Joynes, se contempla la opción de **distancia euclidiana**.

- **Libros de texto escritos en castellano de Análisis Estadístico Multidimensional.**

En cuanto a este punto, hemos encontrado numerosos autores de dicha materia que desconocen el **índice sistemático** contenido en (57) (págs. 593 a 613). A continuación, citamos —en orden cronológico de aparición en el mercado de dichos libros— algunos autores que hacen caso omiso de dicho **índice**: Carlos M.^a Cuadras Avellana (1981) (66), Juan Javier Sánchez Carión (editor) (1984) (67), Gonzalo Arnáiz Vellando (1987) (editor) (68), Rafael Bisquerra Alzina (1989) (69), Rigoberto Pérez y Ana Jesús López (1997) (70), Daniel Peña (2002) (71), Ezequiel Uriel y Joaquín Aldás (2005) (72), entre otros.

Entre los profesores ya aludidos, Carlos M.^a Cuadras Avellana (66) (pág. 337) hace alusión al libro de Jean-Paul Benzécri (57), apuntando que, la exposición que presenta sorprende por su manera de interpretar el **Análisis de Datos** y a su vez hace referencia tan sólo a **cuatro** de los **cinco** principios que enuncia y justifica en detalle Jean-Paul Benzécri (57) (págs. 3 a 17).

No deja de sorprendernos que de las 347 referencias bibliográficas que contiene el libro del profesor Carlos M.^a Cuadras Avellana (66), no incluya el libro de Francis Cailliez y Jean-Paul Pagès (51), teniendo en cuenta que fue escrito cinco años antes que el suyo.

Es también, verdaderamente sorprendente que el profesor Lucinio Júdez (73) hace alusión a la **distance euclidienne** y en su libro: «Técnicas de Análisis de Datos», editado por el MAPA en el mes de noviembre de 1987, hace alusión a la **distancia euclídea**. Hemos de indicar que, el profesor Martínez Ramos en su contribución sobre: «Aspectos teóricos del análisis cluster y aplicación a la caracterización del electorado potencial de un partido» hace alusión a la **distancia euclidean** (67) (págs. 168 a 169). Dicha opción es totalmente incorrecta en **castellano**.

En última instancia, diremos que el profesor Francisco Javier Díaz-Llanos (61) hace alusión a la **distancia euclidiana**.

Sería deseable que aquellos profesores que, hayan escrito libros de **Análisis Estadístico Multidimensional en castellano**, si hacen alguna nueva revisión de sus libros, incluyan en ellos otros **métodos factoriales y algoritmos de clasificación automática en un espacio métrico** que, siendo de gran utilidad práctica, han omitido en sus primeras ediciones y además, destierren otros **métodos factoriales** que contemplan por el hecho de carecer de utilidad práctica a nivel de la interpretación de datos empíricos: en lugar de explicar el **análisis canónico** pensamos que deberían explicar —de manera didáctica— no sólo el **análisis en componentes principales con respecto a variables instrumentales (ACPVI)** introducido por R. C. Rao en 1965 (74) y retomado por Yves Escoufier en 1977 (75) dándole un sentido de utilidad práctica en el tema de la **elección de variables en el análisis en componentes principales**, sino también, la **regresión PLS**. Estos dos métodos ya han sido contemplados, entre otros, en los libros de Xavier Bry (76, 77). No está de más recordar que en los años 2003 y 2004 aparecieron en el mercado español dos libros básicos sobre la **regresión PLS** (62, 63) escritos por Francisco J. Díaz-Llanos y J. L. Valencia. A título informativo, diremos que, mientras que el (63) contiene más páginas que el 62, el coste (63) no supera los 7 euros y el del (62) supera los 20 euros. Esto es debido a que el (62) presenta una mejor encuadernación que el (63).

- **Libros de texto traducidos del inglés al castellano de Análisis Estadístico Multidimensional.**

Mientras que la traducción de la 5.^a edición del libro original: «Multivariate Data Analysis» (14) al **castellano**: «Análisis Multivariante» (15), de J. F. Jr. Hair y co-autores contempla la opción de **distancia euclídea**, en la traducción de la primera versión original: «Applied Multivariate Methods for Data» (78)

al **castellano**: «Métodos Multivariados aplicados al Análisis de Datos» (9), de Dallas E. Jonson, se contempla la distancia euclidiana.

- **Libros de texto escritos en francés —más representativos— en los años 1970 a 1980 de Análisis Estadístico Multidimensional.**

Aunque tan sólo vamos hacer referencia a tres de ellos, hemos de apuntar que en el resto se sigue contemplando la opción de **distance euclidienne (distancia euclidiana)**.

Con respecto a los dos primeros (57, 59) presentan un contenido exhaustivo, tanto a nivel teórico como práctico, del **análisis de correspondencias** y de los **algoritmos de clasificación**, respectivamente.

En cuanto al tercero (51) presenta un contenido riguroso teórico-práctico tanto de los **métodos factoriales** como de los **algoritmos de clasificación** tal como se empiezan a aplicar en la segunda mitad de los años 1960 y más frecuentemente en la segunda mitad del año 1970 en Francia. En los tres, se hace alusión a la **distance euclidienne**.

- **Libro de texto escrito en francés de Matemática para el Análisis Estadístico de Datos.**

Mientras que, en Francia, ya en el año 1981, la editorial Dunod lanzó al mercado el libro: «Exercices commentés de mathématiques pour l'analyse statistiques des données», de Jean-Pierre Nakache et co-auteurs (79), que hace referencia a la **distance euclidienne** y, en el cual, presentaban —de forma didáctica—, no sólo los elementos básicos de **Matemática** para entender el **Análisis de Datos a la «française»**, sino también, la aplicación de dichos elementos a los **métodos factoriales** y **algoritmos de clasificación**, en España, actualmente, aún existe una gran laguna sobre este tema concreto, puesto que, todavía ninguna editorial ha lanzado al mercado ningún libro de **Matemática** estructurado de la misma manera como el de Jean-Paul Nakache et co-auteurs (79).

Complementariamente a lo recientemente expuesto pensamos que, es relevante resaltar la importancia de la lectura de este libro, previamente, al estudio de otros textos en los cuales se presentan más exhaustivamente los **métodos factoriales** y los **algoritmos de clasificación** tales como: «Statistique exploratoire multidimensionnelle», de Ludovic Lebart et co-auteurs (80), en el cual también se hace alusión a la **distance euclidienne**.

- **Libros de texto escritos en castellano de álgebra lineal y geometría.**

Mientras que en Francia, al menos, desde el año 1964 (4), en los libros de **álgebra lineal** hacen referencia a la **distance euclidienne** y al **espace euclidien**, en España, diez y ocho años más tarde, en (53) todavía se hace alusión a la **distancia euclídea**.

Aunque, en España, se han escrito —recientemente— libros excelentes de **álgebra lineal** (11) y de **geometría** (54), que contienen —a nuestro juicio— una

exposición didáctica excelente sobre los elementos básicos de **álgebra lineal** y de **geometría**, sin embargo, su ausencia en cuanto a sus aplicaciones en el dominio de **Análisis Estadístico Multidimensional** es absoluta.

¿DENDOGRAMA O DENDROGRAMA?

Es obvio que, cualquier profesional oficialmente acreditado en Estadística, que se lance a escribir sobre temas asociados al **Análisis Estadístico Multidimensional** debe consultar —al menos— con los **diccionarios idiomáticos** y de **estadística de las lenguas correspondientes (española, francesa, anglosajona, alemana, etc.)** con el fin de expresar —correctamente— la palabra adecuada y que ésta corresponda al riguroso significado formal y científico de la misma.

Así como el término **dendrogram** ha sido utilizado por primera vez por E. Mayr *et al.* (81) en el año 1953, el término **dendrogramme (du grec: déndron, arbre)** lo define de forma exhaustiva el profesor Yodolah Dodge en el año 1993 (46 (págs. 82 a 84)).

Yodolah Dodge dice que: *«dendrogramme est une représentation graphique des différentes agrégations effectuées au cours d'une classification automatique. Il est formé de noeuds correspondant aux groupes et de branches désignant les associations faites à chaque pas. La structure du dendrogramme est déterminée par l'ordre dans lequel ont été exécutées les agrégations. En plaçant une échelle le long du dendrogramme, il est possible de représenter les distances auxquelles les agrégations ont lieu.*

De façon général, le dendrogramme (du grec déndron, arbre) est un diagramme en arbre illustrant les relations de nature quelconque existant entre les objets d'un ensemble.

Les premiers exemples de dendrogramme sont les arbres phylogéniques utilisés par les spécialistes de systématique. Le terme dendrogramme semble avoir été utilisé pour la première fois dans l'ouvrage de E. Mayr et co-auteurs» (81).

El término **dendrograma** se contempla en el **diccionario Langenscheidt de tecnología y ciencias aplicadas** (7.^a ed.) (2000) y en el **gran diccionario Larousse de la lengua española** (2008).

De lo que se desprende que la palabra correcta dicha en **castellano, francés, inglés y alemán** es: **dendrograma, dendrogramme, dendrogram** y **dendrogramm**.

ALGUNOS COMENTARIOS SOBRE LAS OPCIONES DE DENDOGRAMA Y DENDROGRAMA

- **Libros escritos en castellano**

Con respecto a los libros escritos en **castellano** pondremos el caso de cuatro profesores que utilizan sistemáticamente la palabra **dendrograma**: Carlos M.^a

Cuadras Avellana (1981), Emilio Martínez Ramos (1984), Ezequiel Uriel y Joaquín Aldás (2005).

Por ejemplo, citando a los dos primeros diremos que, puesto que sus libros han sido publicados cronológicamente antes que el del profesor Yodolah Dodge (1993), no pudieron tomar el término utilizado por éste «**dendrogramme**» como referencia pero, no obstante, no era necesario dado que, la raíz de dicho término es «**dendro**» que viene del griego, significa **árbol, ramificaciones** y es válida para todos los países y científicos.

Concretamente de estos dos primeros, el profesor Emilio Martínez Ramos va más lejos y llega incluso a cometer un grave error de decir que la palabra **árbol** se llama en terminología inglesa **dendograma** (67) (pág. 191).

Los otros dos autores, Ezequiel Uriel y Joaquín Aldás siguen llamándolo **dendograma**, aunque su libro fue escrito posteriormente al de Yodolah Dodge (1993).

En cuanto al profesor Lucinio Júdez en su libro: «Técnicas de Análisis de Datos», editado por el MAPA en el año 1987 no hace distinción entre ambos términos. Decimos esto ya que en las páginas 5.23, 5.39, 5.52 lo denomina con el nombre de **dendograma** y en la página 5.56 con el de **dendrograma**. Dicha ambigüedad en la nomenclatura puede conducir a un confucionismo por parte de los lectores del mismo.

Afortunadamente, los profesores Rafael Bisquerra Alzina (1989) (69), Daniel Peña (2002) (71) y Francisco Javier Díaz-Llanos (2002) (61) en sus textos hacen referencia al término con absoluta corrección: **dendrograma**.

Obviamente, puesto que la raíz «**dendro**» significa **árbol, ramificaciones** y en los diferentes lugares del mundo, en todas, todos los científicos utilizan **dendro** y el sufijo correspondiente a su lengua, y dado que **dendo** no existe, todos los autores incluidos los citados que utilizan **dendo** y no **dendro** más el sufijo correspondiente, están incurriendo en un indiscutible error semántico y fonético polivalente.

- **Monografías y libros en francés.**

Lucinio Júdez (73) (págs. 11, 23, 26, 30) hace referencia a la palabra **dendogramme**.

Indicaremos, en orden cronológico —desde el año 1975 hasta el año 2007— algunos autores franceses que hacen referencia (en sus libros) a la palabra **dendrogramme**: Patrice Bertier y Jean-M. Bourouche (1975) (82), Pierre Dagnelie (1977) (83); Ludovic Lebart et co-auteurs (1995) (80); Michel Jambu (1999) (84), Alain Morineau y Stéphane Morin (2000) (85) y, finalmente, Michel Tenenhaus (2007) (86).

- **Libros traducidos del inglés al castellano.**

En la traducción que se hizo del libro: «Multivariate Data Analysis» (14) al **castellano**: «Análisis Multivariante» (15), de Joseph F. Jr. Hair y co-autores, se contempla la palabra **dendrograma**.

- **Libros traducidos del francés al inglés.**

Tanto la primera edición como la segunda del libro: «Écologie numerique», de Pierre Legredre y Louis Legendre (87, 88), han sido traducidas del **francés al inglés**.

En la segunda edición inglesa: «Numerical Ecology» (18) se contempla la palabra **dendrogram**.

- **Algunos profesores franceses que utilizan la palabra arbre.**

Es totalmente correcto utilizar **arbre** (**árbol**) en lugar de **dendrogramme** (**dendrograma**), tal como ya ha indicado el profesor Yodolah Dodge (46 (págs. 82 a 84)).

Entre los profesores franceses que hacen alusión a este término **arbre** citaremos —por orden cronológico— sus libros y, además haremos hincapié en que contexto los autores de estos libros referencian la palabra **arbre**:

— Michel Volle (1980) dice que: «*le résultat de la classification se présente le plus souvent sous la forme d'un "arbre" renversé (les branches dirigés vers le bas), qui schématise les divers regroupements d'individus*» (89) (pág. 17) y, además que: «*l'arbre de la classification peut être directement représenté sur les graphiques d'analyse factorielle*» (89) (pág. 291).

— Jean-Pierre Nakache et co-auteurs (1981) hacen uso de elementos de la **Matemática** para construir un **arbre** (79).

— Jean-Pierre Fenelon (1981) hace alusión no sólo a «*arbre de classificaton et arbre indicé*», sino también a «*arbre de segmentation*» (90).

— Maurice Roux (1985) hace alusión a «*l'arbre hiérarchique*» (91) (págs. 46, 53, 54).

— Jean-Paul Benzécri, F. Benzécri et collaborateurs (1986) hacen referencia a «*l'arbre de la CAH sur l'ensemble I des pays importateurs*» (92) (pág. 74).

— Jean-Pierre Nakache et co-auteurs (2005) hace referencia a «*l'arbre hiérarchique*» (93 (pág. 80)).

- **Profesores franceses que hacen referenciaba hiérarchie.**

— Edwind Diday et co-auteurs (1982) hacen referencia a **hiérarchie** (94).

- **Profesores franceses que hacen referencia a hiérarchie y a dendrogramme.**

— Gilles Ceuleux et co-auteurs (1989) enuncian: «*en general, une hiérarchie est visualisé par un dendrogramme*» (95 (pág. 63)).

Obviamente, ya que este libro está escrito por verdaderos especialistas hay una errata: en lugar de **dendrogramme** debe poner **dendrogramme**.

¿MÉTODO, ALGORITMO O TÉCNICA DE CLASIFICACIÓN?

A pesar que según el **diccionario de la lengua española de la Real Academia Española** (Tomo II, vigésima edición, 1994), estos tres términos tienen diferente significado tanto algunos autores franceses como los españoles los utilizan como sinónimos cuando el término **correcto es el de algoritmo**.

Entre los autores españoles hay discrepancias entre estos tres términos: **método**, **algoritmo** y **técnica**, y entre los franceses tan sólo la hay entre: **método** y **algoritmo**.

Mientras que entre los autores españoles Rafael Bisquera Alzina (69) (vol. II), Ezequiel Uriel y Joaquín Aldás (72) utilizan el término de **método de clasificación**, Emilio Martínez Ramos (67) y Carlos M.^a Cuadras Avellana (66) y Francisco Javier Díaz-Llanos (61, 64) utilizan el de **algoritmo de clasificación**. Tan sólo Lucinio Júdez utiliza el término de **métodos de clasificación** (73) y **técnicas de clasificación** en su libro: «Técnicas de Análisis de Datos», editado por el MAPA en 1987.

Entre los autores franceses tan sólo hay discrepancias entre **método** y **algoritmo**.

Entre los autores franceses que optan por la opción de **métodos de clasificación** se encuentran: Jean-Pierre Nakache et co-autor (93), Michel Jambu (84), Michel Volle (89), Michel Tenenhaus (86), Gilbert Saporta (25), Frédéric Dazy y Jean-François Le Barzic (96), entre otros.

Entre los franceses que optan por la opción de **algoritmos de clasificación** se encuentran: Edwind Diday (97), Maurice Roux (91), Ludovic Lebart, Alain Morineau y Marie Piron (80), entre otros.

Siendo fieles al **diccionario de la lengua española de la Real Academia**, nosotros nos inclinamos por la opción de **algoritmos de clasificación**.

CONCLUSIÓN

Sería deseable que la lectura de este artículo sirviera para que no sólo algunos profesores rectificaran de sus libros ciertos errores semánticos, sino también para que unificaran la terminología prevaleciendo la proveniente de los países europeos con más solidez científica en el saber de la **Matemática**, tales como: Alemania, Francia e incluso Inglaterra.

La realización de este artículo ha sido posible gracias a mi Director de Departamento de Medio Ambiente, el Doctor José María Navas Antón.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Bregasa Liberal, J. (2003): *Laplace. El matemático de los cielos. 16. La Matemática en sus personajes*. Nivola. Libros. Ediciones.
- (2) Droesbeke, J.-J.; Tassi, Ph. (1990): *Histoire de la Statistique. Que sais -je?* Presses Universitaires de France.

- (3) Duden I. Die Rechtschreiburg. (1980): Jubiläums-Ausgabe. Bibliographisches Institut Mannheim/ Wien/ Zürich Duden Verlag.
- (4) Acher, J.; Gardelle, J. (1964): *Algèbre Linéaire*. Dunod.
- (5) Golub, G. H.; Meurant, G. A. (1983): *Résolutions numérique des grandes systèmes linéaires*. Préface de Robert Dautray. Editions Eyrolles.
- (6) Lascaux, P.; Théodor, R. (1986): *Analyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur*. Tome 1. Dunod.
- (7) Lascaux, P.; Théodor, R. (1987): *Analyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur*. Tome 2. Dunod.
- (8) Antón, H. (1976): *Introducción al Álgebra Lineal*. Editorial Limusa. México.
- (9) Jonhson, D. E. (1998): *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*. Internacional Thomson Editores, S. A. de C. V.
- (10) Nakos, G.; Joynes, D. (1999): *Álgebra Lineal con aplicaciones*. Internacional Thomson Editores, S. A. de C. V.
- (11) Díaz Hernández, A. M.; Bargeño Farinas, V.; Romera Carrion, C.; Ruiz Viburales, L. M.; Tejero Escribano, L. (2003): *Álgebra Lineal-Básica*. Sanz y Torres.
- (12) Larson, R.; Edward, B. H.; Falvo, D. C. (2004): *Álgebra Lineal*. 5.^a edición. Pirámide.
- (13) Ipiña, S. L.; Durand, A. I. (2008): *Inferencia estadística y análisis de datos*. págs. 149-152. Pearson Educación, S. A.
- (14) Hair, J. F. Jr.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. C. (2008): *Multivariate Data Analysis*. Fifth edition. Prentice Hall International, Inc.
- (15) Hair, J. F. Jr.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. C. (2008): *Análisis Multivariante*. Quinta edición. Person Prentice may. Última reimpresión, 2008. 799 páginas.
- (16) Graybill, F. A. (1969): *Introduction to matrices with applications in Statistics*. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont. California.
- (17) Bell, W. W. (1975): *Matrices for Scientists and Enginners*. Van Nostrand Reinhold Company.
- (18) Legendre, P.; Legendre, L. (1998): *Numerical Ecology*. Second English edition. Elsevier.
- (19) Brand, T.; Sherlock, A. (1970): *Matrices: pure and applied*. Edward Arnold. London.
- (20) Faddeeva, V. N. (1973): *Métodos de cálculo de Álgebra Lineal*. Segunda Edición. Paraninfo.
- (21) Lepage, Y.; Moore, M.; Roy, R. (1975): *Introduction à la théorie des probabilités*. Les Presses de l'Université du Québec.
- (22) Lebart, L.; Morineau, A.; Fenelon, J. P. (1979): *Traitement des données statistiques. Méthodes et programmes*. Dunod.
- (23) Chambadal, L. (1970): *Mathématiques. 3. Éléments de calcul des probabilités*. Dunod.
- (24) Perret-Gentil, Roverato, S. (1991): *Les probabilités à l'entrée des Grandes Écoles Commerciales*. Ellipses.
- (25) Saporta, G. (1990): *Probabilités. Analyse des Données et Statistique*. Editons Technip.
- (26) Girault, M. (1972): *Calcul des probabilités en vue des applications*. Troisième édition. Dunod.
- (27) Brodeau, F.; Romier, G. (1973): *Mathématiques pour l'informatique. 4. Probabilités*. Armand Colin.
- (28) Calot, G. (1978): *Cours de calcul des probabilités*. Dunod Decisión.

- (29) Tassi, Ph. (1985): *Méthodes Statistiques*. Economica.
- (30) Bouleau, N. (1986): *Probabilités de l'ingénieur. Variables aléatoires et simulation*. Hermann.
- (31) Ríos, S. (1976): *Análisis Estadístico Aplicado*, págs. 288-289. Paraninfo.
- (32) Arnáiz Vellando, G. (1978): *Introducción a la Estadística Teórica*. 3.^a edición, págs. 248-259. Editorial Lex Nova.
- (33) Quesada Paloma, V.; García Pérez, A. (1988): *Lecciones de cálculo de probabilidades*. Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- (34) Montero, J.; Pardo, L.; Morales, D.; Quesada, V. (1988): *Ejercicios y problemas de cálculo de probabilidades*. Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- (35) Vélez Ibarrola, R. (2004): *Cálculo de probabilidades 2*, págs. 296-298. Ediciones Académicas.
- (36) Novo Sanjurjo, V. (2004): *Estadística Teórica y Aplicada*, págs. 205-209. Sanz y Torres.
- (37) García Sipols, A.; Simón de Blas, Cl. (2007): *Manual de Estadística*, págs. 107-112. Servicio de Publicaciones de la Universidad Rey Juan Carlos.
- (38) Sarabia Alegría, J. M.; Gómez Déniz, E.; Vázquez Polo, Fco. J. (2007): *Estadística actuarial. Teoría y aplicaciones*. Pearson Educación, S. A.
- (39) Louquet, P., Vogt, A. (1971): *Probabilités. Combinatoire-Statistiques*. 2^{ème} édition, pag. 83 (23.3): Armand Colin.
- (40) Ghorbanzadeh, D. (1998): *Probabilités. Exercices corrigés*. Éditions Technip. París.
- (41) Tassi, Ph., Legait, S. (1990): *Théorie des probabilités en vue des applications statistiques*. Éditions Technip.
- (42) Domínguez Martínez, J. I. (2001): *Diseño y análisis de modelos de probabilidad*. Grupo Editorial Iberoamérica.
- (43) Durá Peiró, J.-M., López Cuñat, J. M. (1988): *Fundamentos de Estadística. Estadística descriptiva y modelos probabilísticos para la inferencia*. Ariel Económica.
- (44) López Cachero, M. (1978): *Fundamentos y métodos de Estadística*, págs. 322-328. Ediciones Pirámide, S. A.
- (45) Morice, E. (1968): *Dictionnaire de Statistique. Publié sous les auspices de la Société de Statistique à Paris*. Préface de C. Penglau. Ancien Président de la Société de Statistique à Paris. Dunod.
- (46) Dodge, Y. (1993): *Statistique. Dictionnaire encyclopédique*. Dunod.
- (47) Del Moral Ávila, M.-J. (2006): *Estadística Matemática*. Grupo Editorial Universitario.
- (48) Pearson, K. (1922): «On the Ji-cuadrado test of goodness of fit». *Biometrika 14*, 186-191.
- (49) Noray, A.; Bon, F.; Burnier, M.-A.; Cuisenier, J.; Desanti, J.; Guéry, F.; Herpin, N.; Moles, A., Rouger, F. (1974): *Diccionario del saber moderno. La Filosofía*. Ediciones Mensajero. Bilbao.
- (50) Stewart, I. (2009): *Historia de las matemáticas en los últimos 10.000 años. Crítica*. Segunda edición. Barcelona.
- (51) Cailliez, F., Pagès, J.-P. (1976): *Introduction à l'Analyse des Données*. Société de Mathématiques Appliquées et de Sciences Humaines. Paris.
- (52) Benzécri, J.-P., Benzécri, F. (1980): *Pratique de l'Analyse des Données. Analyse des Correspondances*. Exposé élémentaire. Dunod.
- (53) De Burgos Roman, J. (1982): *Curso de Álgebra y Geometría*. Alambra Universidad.

- (54) Tejero Escribano, L.; Gil Cid, E., Hernández García, E. (2003): *Elementos de Geometría y Programación Lineal*. Sanz y Torres.
- (55) Rao, C. R. (1965): *Linear Statistical Inference and its applications*. John Wiley & SONS, Inc., New York. London. Sydney.
- (56) Searle, S. R. (1971): *Linear Models*. New York, Wiley.
- (57) Benzécri, J.-P. et collaborateurs (1973): *L'Analyse des Correspondances*. Tome II. Dunod.
- (58) Ralambondraing, H. (1986): «Problèmes d'optimisation relatifs aux tableaux multiples. Point de vue de la classification». *Rapport de Recherche*, n.º 576, INRIA. Domaine de Voluceau-Rocquencourt BO 105.78153 Le Chesnay Cedex. France.
- (59) Benzécri, J.-P. et collaborateurs (1973): *L'Analyse des Données*. Tome I. *La Taxinomie*. Dunod.
- (60) Benzécri, J.-P. (1982): *Histoire et préhistoire de l'Analyse des Données*. Dunod.
- (61) Díaz-Llanos, Fco. J. (2002): *El análisis de datos en el cierre de ventas*. Editorial La Muralla, S. A. Editorial Hespérides, S. L., pág. 107.
- (62) Díaz-Llanos, Fco. J., Valencia, J. L. (2003): *La regresión PLS en las ciencias experimentales*. Editorial Complutense, pág. 119.
- (63) Díaz-Llanos, Fco. J., Valencia, J. L. (2004): *Métodos de predicción en situaciones límite*. Editorial La Muralla, pág. 142.
- (64) Díaz-Llanos, Fco. J., Valencia, J. L. (2009): *Técnicas avanzadas en el tratamiento estadístico de las encuestas de opinión*. Prólogo de Yves Escoufier (ancien Président à l'Université de Montpellier II): Ediciones FIEC, pág. 107. Para pedidos: Egartorre Libros, c/ Primavera, 31. Polígono Industrial El Malvar. 28500 Arganda del Rey (Madrid). Telf. 91 872 93 90. Fax: 91 872 93 99. www.egartorre.com, egartorre@egartorre.com.
- (65) Nakos, G., Joynes, D. (1998): *Linear Algebra with Applications*. Books Cole Publishing.
- (66) Cuadras Avellana, C.-M. (1981): *Métodos de Análisis Multivariantes*. Editorial Universitaria de Barcelona, S. A.
- (67) Sánchez Carrion, J. J. (editor) (1984): *Introducción a las técnicas de análisis multivariable aplicadas a las ciencias sociales*. Centro de Investigaciones Sociológicas.
- (68) Arnáiz Vellando, G.; Martín-Guzman, P.; Martín Pliego, J., Toledo Muñoz, I. (1987): *Discriminación y clasificación de las regiones fiscales de España*. Ministerio de Economía y Hacienda. Instituto de Estudios Fiscales.
- (69) Bisquerra Alzina, R. (1989): *Introducción conceptual al Análisis Multivariable. Un enfoque informático con los paquetes SPSS-X, BMDP y SPAD*. Vol. I, Vol. II. PPU, S. A. Barcelona.
- (70) Pérez, R., López, A.-J. (1997): *Análisis de Datos Económicos, II. Métodos Inferenciales*. Pirámide.
- (71) Peña, D. (2002): *Análisis de Datos Multivariantes*. McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U.
- (72) Uriel, E., Aldás, J. (2005): *Análisis Multivariante Aplicado*. International Thomson Editores, Spain.
- (73) Júdez, L. (1973/1974): *Analyses des données. Notes sur l'analyse hiérarchique*. Institut Agronomique Méditerranéen. Montpellier.
- (74) Rao, C. R. (1965): *The use and interpretation of principal component analysis in applied research*, Sankhya (A) 26, 229-258.

- (75) Escoufier, Y. (1977): *Operators related to data matrix in recent developments in statistics*. J. R. Barra et al. Editors, North-Holland, Publishing Company, págs. 125-131.
- (76) Bry, X. (1995): «Analyses factorielles simples». *Economica*.
- (77) Bry, X. (1996): «Analyses factorielles multiples». *Economica*.
- (78) Jonhson, D. E. (1998): *Applied Multivariate Methods for Data Analysis*. Books Cole Publishing Company and ITP Company.
- (79) Nakache, J.-P.; Chevalier, A., Morice, V. (1981): *Exercices commentés de mathématiques pour l'Analyse Statistique des Données*. Dunod.
- (80) Lebart, L.; Morineau, A., Piron, M. (1995): *Statistique Exploratoire Multi-dimensionnelle*. Dunod.
- (81) Mayr, E.; Linsley, E. G., Usinger, R. L. (1953): *Methods and Principles of Systematic Zoology*. McGraw-Hill, New York.
- (82) Bertier, P., Bourouche, J.-M. (1975): *Analyse des Données Multidimensionnelles*. Presses Universitaires de France.
- (83) Dagnelie, P. (1977): *Analyse Statistique à plusieurs variables*. Les Presses Agronomiques de Gembloux.
- (84) Jambu, M. (1999): *Méthodes de base de l'Analyse des Données*. Eyrolles.
- (85) Morineau, A., Morin, S. (2000): *Pratique du traitement des enquêtes. Exemple d'utilisation du Système SPAD*. Centre International de Statistique et d'Informatique Appliquées. CISIA-CER-ESTA.
- (86) Tenenhaus, M. (2007): *Statistique. Méthodes pour décrire, expliquer et prévoir*. Dunod.
- (87) Legendre, P., Legendre, L. (1979): *Écologie numérique*. First French edition. Masson, Paris and Les Presses de l'Université du Québec.
- (88) Legendre, P., Legendre, L. (1984): *Écologie numérique*. Second French edition. Masson, Paris and Les Presses de l'Université du Québec.
- (89) Volle, M. (1980): «Analyse des Données». 2^{ème} édition. *Economica*.
- (90) Fenelon, J.-P. (1981): *Qu'est-ce que l'Analyse des Données*. Lefonen.
- (91) Roux, M. (1985): *Algorithmes de classification*. Préface du Pr. Y. Escoufier. Masson.
- (92) Benzécri, J.-P., Benzécri, F. et collaborateurs (1986): *L'Analyse des Données en Économie*. Dunod.
- (93) Nakache, J.-P., Confías, J. (2005): *Approche pragmatique de classification*. Éditions Technip.
- (94) Diday, E.; Lemaire, J.; Pouget, J., Testu, F. (1982): *Éléments d'Analyse des Données*. Dunod.
- (95) Celeux, G.; Diday, E.; Govaert, G.; Lechevallier, Y., Ralambondrainy, H. (1989): *Classification automatique des données*. Dunod Informatique.
- (96) Dazy, F., Le Barzic, J.-F. (1996): *L'Analyse des Données évolutives. Méthodes et applications*. Éditions Technip.
- (97) Diday, E. et collaborateurs (1979): *Optimisation en classification automatique*. Tome I y II. INRIA.