

EDITORIAL

Current exploratory and confirmatory issues in data analysis in Psychology.

Fernando Marmolejo-Ramos
University of Adelaide - Universidad del Valle

In 1968 John Tukey gave a speech at the American Psychological Association in San Francisco about the relevance of proper data analysis in Psychology (Tukey, 1969). His closing message was that “data analysis needs to be both exploratory and confirmatory” (p. 90). Exploratory data analysis (or EDA) is an approach to analysing data in order to formulate sound hypotheses, whereas confirmatory data analysis (CDA) is a method to test those hypotheses (a.k.a., statistical hypothesis testing). As Tukey announced in his speech, these two analytical tools have been, and are somewhat still, at odds. This special issue presents sixteen papers that cover relevant topics in EDA and CDA with the purpose of bringing together seemingly disparate issues.

The first section comprises eight papers that present a fresh look into basic and essential topics in descriptive statistics, data visualization, and data exploration. Thus, in the first paper, *Yu* discusses the role of EDA when performing data mining and resampling. His paper offers an updated view of what EDA stands for nowadays and how it can be useful in statistical modelling.

In a second paper, *Teknomo* and *Estuar* stretch the analytical power of EDA by using it as a tool to finding patterns in data. The authors show how some clustering methods can be used as EDA in order to identify patterns in pedestrian behaviour. Of particular interest is that the authors consider the role of a novel method called Affinity Propagation in relation to EDA.

EDA is characterised by relying on graphical techniques to explore and report data, e.g., via barcharts, scatterplots, or boxplots. In a third paper, *Marmolejo-Ramos* and *Tian* present a variation of the boxplot, a classic graphical technique. Traditionally, the boxplot represents summary statistics around the median; nevertheless most statistical tests use the mean. Thus, this paper proposes a variation of the boxplot which displays information around the mean.

An advantage of the boxplot is that it not only displays the mean value obtained but also the reliability of such an estimate, i.e., its confidence interval (CI). In a fourth paper, *Beaulieu-Prévost* discusses what CIs mean, how they are computed, and how they relate to hypothesis testing. Several authors have different views on these questions and this paper aims to reconcile them.

Parametric statistical tests assume that data are distributed following a bell-shaped curve. However, in actual research it is rare to find such well-behaved data. Typically, data distribution is affected because of some observations that sit far away from the mean, i.e., they are outliers. In a fifth paper, *Cousineau* and *Chartier* consider the impact of outliers in data distribution and propose various ways to deal with them. This paper considers the influence of outliers not only in univariate data sets but also in multivariate ones.

One of the approaches to dealing with outliers is by re-expressing the data so that they are fit for further analysis, i.e., data are transformed. There are various types of transformations, for instance, inverse, logarithmic, and square-root. In the sixth paper, *Olivier* and *Norberg* focus on a particular type of transformation called Box-Cox. The authors argue that this type of transformation is suitable when dealing with positively skewed data, like those of reaction times.

A rather recent alternative approach to classical statistical methods investigates methods and techniques to find better estimators of central tendency. It is well known that outliers affect the distribution of data and therefore bias their estimators of location and spread, i.e., the mean and the standard deviation respectively. Therefore, the use of outlier elimination is commonly employed. In a seventh paper *Courvoisier* and *Renaud* argue that outlier elimination can have some shortcomings too. The authors emphasize that not all outliers are detected and therefore results of classical statistical tests can be biased. The paper presents a robust alternative to the Analysis of Variance.

The first section of this special issue concludes with a paper by *Fischer* and *Milfont* in which the use of the term standardization is clarified. The authors of this eighth paper particularly focus on the standardization of scores and what tests are available to analyse standardized data. The paper contains applications of standardization procedures in personality, organizational, and cross-cultural psychology.

The second section of this special issue presents various methods to test hypotheses. Factor Analysis (FA) is a method to describe variability among a set of variables in relation to some unobserved variables (or factors). Thus, in the ninth paper *Matsunaga* presents a primer on a special form of FA called Confirmatory Factor Analysis (CFA). The paper

differentiates between what Exploratory Factor Analysis (EFA) and CFA are. The paper provides worked-out examples as to how to perform both EFA and CFA in SPSS and LISREL.

Because in FA several variables are being compared to each other, it is important that the instrument used measures the same psychological construct across variables. In a tenth paper *Milfont* and *Fischer* review the relevance of equivalence in Psychological research. The authors also consider theoretical and methodological issues regarding measurement invariance in CFA. Examples are provided using LISREL.

A common technique in data analysis is called clustering or cluster analysis. In this technique sets of observations are placed in groups (clusters) based on some similarities. In an eleventh paper, *Dutta Roy* shows the importance of a type of clustering called hierarchical clustering. The author uses this method in determining test-retest reliability of questionnaires. The paper presents data from a reading motivation study to illustrate the power of cluster analysis over classical paired *t*-tests.

A popular statistical method to fit statistical models to data and provide estimates for the model is known as Maximum Likelihood Estimation (MLE). In the twelfth paper, *Dunn* provides an introductory tutorial on how to fit models of recognition memory data using MLE. In his paper, data from a recognition memory study are used to illustrate how different models can be fit to the data and graphically represented using Receiver Operating Characteristic curves (ROC curves). The author offers a step-by-step example using EXCEL.

Traditional literature reviews are characterised by presenting in a narrative way results from past studies. Another approach called meta-analysis (MA) forces a more careful literature review in which the results from several empirical studies are combined in order to produce an overall effect size of the construct of interest. In the thirteenth paper, *Sánchez-Meca* and *Marín-Martínez* present the importance of implementing meta-analysis in Psychological research. Their paper presents a tutorial on how to carry out MA and report results using real data.

Classical statistics, a.k.a. frequentist, has been criticised for offering only dichotomous answers when hypotheses are tested: they are rejected or not rejected. Another type of statistics, called Bayesian, argues that it is possible to assign a probability to any hypothesis being tested. In the fourteenth paper, *González* presents what Bayesian statistics is and how it can be used in psychometrics. The author presents how Bayesian models can be used to analyse data from questionnaires, tests, or similar instruments that measure different variables.

Finally, the fifteenth contribution is a full-length paper on other applications of Bayesian statistics to Psychological research. In this paper *Hsieh* and *von Eye* propose a model in which a measurement model and a structural model are combined. The authors use data taken from British Social Attitudes Panel Survey 1983-1986. Their results throw light on how to resolve some difficult modelling issues commonly encountered in developmental research.

All the papers in this special issue are characterised by centring on the application of techniques rather than on their mathematical technicalities. For that reason, not only Psychologists but social researchers in general can benefit from the topics addressed here. Various important topics, e.g., homogeneity of variance and normality, visualization of statistical ideas and models, relative distribution methods, bootstrap and jackknife, and logistic regression models just to mention a few, were left out given space constraints. Nevertheless, we believe this special issue offers a series of papers that can broaden researchers' knowledge in statistics and motivate further research.

REFERENCES

Tukey, J. W. (1969). Analysing data: Sanctification or detective work? *American Psychologist*, 24 (2), 83-91.

Dirección correspondencia/Mail Address:

Fernando Marmolejo-Ramos, Fernando Marmolejo-Ramos, School of Psychology, Faculty of Health Sciences, University of Adelaide, Australia and Institute of Psychology, Universidad del Valle, Colombia. Email: fernando.marmolejoramos@adelaide.edu.au, web page: www.firrhunands.com

INTERNATIONAL JOURNAL OF PSYCHOLOGICAL RESEARCH esta incluida en PSERINFO, CENTRO DE INFORMACION PSICOLOGICA DE COLOMBIA, OPEN JOURNAL SYSTEM, BIBLIOTECA VIRTUAL DE PSICOLOGIA (ULAPSY-BIREME), DIALNET y GOOGLE SCHOLARS. Algunos de sus artículos aparecen en SOCIAL SCIENCE RESEARCH NETWORK y está en proceso de inclusion en diversas fuentes y bases de datos internacionales.

INTERNATIONAL JOURNAL OF PSYCHOLOGICAL RESEARCH is included in PSERINFO, CENTRO DE INFORMACIÓN PSICOLÓGICA DE COLOMBIA, OPEN JOURNAL SYSTEM, BIBLIOTECA VIRTUAL DE PSICOLOGIA (ULAPSY-BIREME), DIALNET and GOOGLE SCHOLARS. Some of its articles are in SOCIAL SCIENCE RESEARCH NETWORK, and it is in the process of inclusion in a variety of sources and international databases.

EDITORIAL

Asuntos exploratorios y confirmatorios sobre análisis de datos en psicología

Fernando Marmolejo-Ramos
University of Adelaide - Universidad del Valle

En 1968 John Tukey pronunció un discurso en la Asociación Americana de Psicología, en San Francisco, acerca de la importancia de llevar a cabo un adecuado análisis de datos en psicología (Tukey, 1969). El mensaje final de su discurso era que “el análisis de datos debe ser, tanto exploratorio como confirmatorio” (p. 90). El análisis exploratorio de datos (EDA, por sus siglas en inglés) es un método para analizar datos cuyo fin es la formulación de hipótesis sólidas, mientras que el análisis confirmatorio de datos (CDA, por sus siglas en inglés) es un método para poner a prueba dichas hipótesis (también conocido como prueba de hipótesis). Como Tukey lo anunció en su discurso, el uso de estas dos herramientas analíticas ha sido, y de algún modo, sigue siendo dispar. En esta edición especial presentamos dieciséis artículos que abarcan temas relevantes concernientes al EDA y al CDA, con el propósito de reunir asuntos supuestamente disímiles.

La primera sección está compuesta por ocho artículos que presentan una mirada fresca sobre los temas básicos y esenciales concernientes a la estadística descriptiva, la visualización de datos y la exploración de datos. Así, por ejemplo, en el primer trabajo, *Yu* discute el papel del EDA en la minería de datos y el método de remuestreo. Su trabajo ofrece una visión actualizada de lo que significa el EDA hoy en día y de cómo puede ser de utilidad en el modelamiento estadístico.

En un segundo trabajo, *Teknomu* y *Estuar* extienden el poder analítico del EDA al emplearlo como una herramienta para hallar patrones en los datos. Los autores muestran cómo algunos métodos de conglomerados (*clustering*) se pueden emplear como EDA, a fin de identificar patrones en el comportamiento de peatones. Es de particular interés el hecho de que los autores abordan el papel de un nuevo método denominado propagación de afinidad con relación al EDA.

El EDA se caracteriza por el empleo de técnicas gráficas para explorar y reportar los datos, por ejemplo, gráficas de barras, diagramas de puntos o diagramas de cajas. En un tercer artículo, *Marmolejo-Ramos* y *Tian* presentan una variación de una técnica gráfica clásica, el diagrama de cajas. Tradicionalmente, el diagrama de cajas representa el resumen estadístico según la mediana; sin embargo, la mayoría de pruebas estadísticas usan la media. Así, este artículo propone una variación del diagrama de cajas que muestra la información según la media.

Una ventaja del diagrama de cajas es que no solamente muestra el valor medio obtenido, sino también la fiabilidad de dicho cálculo, es decir, su intervalo de confianza (CI, por sus siglas en inglés). En un cuarto artículo, *Beaulieu-Prévost* discuten el significado de los intervalos de confianza, la forma de computarlos y la manera en que se relacionan con las pruebas de hipótesis. Varios autores tienen distintas opiniones sobre estos asuntos y este artículo tiene como objetivo reconciliarlas.

Las pruebas estadísticas paramétricas suponen que los datos están distribuidos siguiendo una curva en forma de campana. Sin embargo, en las investigaciones reales es poco común encontrar datos con dicha distribución normal. Lo típico es que la distribución de los datos sea afectada por algunas observaciones que se ubican lejos de la media, es decir, son valores extremos (*outliers*). En un quinto escrito, *Cousineau* y *Chartier* reflexionan sobre el impacto de los valores extremos en la distribución de datos y proponen distintas maneras de proceder con ellos. En este artículo se discute la influencia de los valores extremos, no solamente en conjuntos de datos univariados, sino también en datos multivariados.

Uno de los enfoques para proceder con los valores extremos es reformular los datos de modo que sean apropiados para su análisis ulterior, es decir, transformar los datos. Hay distintos tipos de transformaciones, por ejemplo, inversas, logarítmicas y de raíz cuadrada. En el sexto trabajo, *Olivier* y *Norberg* se concentran en un tipo particular de transformación denominado Box-Cox. Los autores sostienen que este tipo de transformación es adecuada cuando se tienen datos sesgados positivamente, como los de los tiempos de reacción.

Un enfoque alternativo más bien reciente, novedoso respecto de los métodos estadísticos clásicos, investiga métodos y técnicas para encontrar mejores estimadores de tendencia central. Es bien sabido que los valores extremos afectan la distribución de los datos y, por lo tanto, sesgan sus estimadores de ubicación y de dispersión, es decir, la media y la desviación estándar, respectivamente. Por consiguiente, es común la eliminación de valores extremos. En un séptimo artículo, *Courvoisier* y *Renaud* sostienen que la eliminación de los valores extremos también puede tener algunas desventajas. Los autores resaltan que no todos los valores extremos son detectados y, en consecuencia, los resultados de las pruebas estadísticas clásicas pueden ser sesgados. En el artículo se presenta una alternativa sólida al análisis de varianzas.

La primera sección de esta edición especial concluye con un trabajo de *Fischer* y *Milfont* en el cual se aclara el uso del término estandarización. Los autores de este octavo trabajo se concentran específicamente en la estandarización de

puntajes y en las pruebas disponibles para analizar datos estandarizados. El trabajo contiene aplicaciones de procedimientos estandarizados en psicología de la personalidad, organizacional y transcultural.

En la segunda sección de esta edición especial se presentan varios métodos para probar hipótesis. El análisis factorial (FA, por sus siglas en inglés) es un método que se usa para describir la variabilidad entre un grupo de variables, con respecto a algunas variables no observadas (o factores). De esta manera, en el noveno artículo, *Matsunaga* presenta un instructivo sobre una forma especial de FA, denominada análisis factorial confirmatorio (CFA, por sus siglas en inglés). En el trabajo se aclara qué es un análisis factorial exploratorio (EFA, por sus siglas en inglés) y qué un análisis factorial confirmatorio (CFA). En el trabajo se ofrecen elaborados ejemplos sobre cómo llevar a cabo, tanto el EFA como el CFA en el paquete estadístico para las ciencias sociales (SPSS, por sus siglas en inglés) y en el programa estadístico de relaciones estructurales lineales (LISREL, por sus siglas en inglés).

En tanto en el FA se están comparando distintas variables entre sí, es importante que el instrumento utilizado mida el mismo constructo psicológico en todas las variables. En el décimo artículo, *Milfont* y *Fischer* revisan la importancia de la equivalencia en la investigación psicológica. Los autores también reflexionan sobre asuntos teóricos y metodológicos concernientes a la invarianza de las medidas en el CFA. Se proponen ejemplos usando LISREL.

Una técnica común en el análisis de datos se denomina conglomeración (*clustering*) o análisis de conglomerados. En esta técnica se reúnen en conglomerados (*clusters*) conjuntos de observaciones, con base en algunas similitudes. En el undécimo trabajo, *Dutta Roy* muestra la importancia de un tipo de conglomeración denominado conglomeración jerárquica. El autor usa este método para determinar la fiabilidad test-retest de los cuestionarios. El artículo presenta datos tomados de un estudio de animación a la lectura para ilustrar cuán potente es el análisis de conglomerados, en comparación con las clásicas pruebas t pareadas.

Un popular método estadístico, utilizado para ajustar los modelos estadísticos a los datos y proporcionar cálculos para el modelo, se conoce con el nombre de estimación por máxima probabilidad (MLE, por sus siglas en inglés). En el décimo segundo trabajo, *Dunn* ofrece un instructivo introductorio sobre cómo ajustar modelos de datos de memoria de reconocimiento usando la MLE. En su escrito, se usan los datos tomados de un estudio de memoria de reconocimiento para ilustrar cómo diferentes modelos pueden ser adecuados para los datos y su representación gráfica, usando las curvas de características operativas del receptor (curvas ROC, por sus siglas en inglés). El autor expone paso a paso un ejemplo usando EXCEL.

Las reseñas tradicionales de la literatura se caracterizan por exponer de una forma narrativa resultados de estudios anteriores. Otro método, denominado meta análisis (MA) obliga a una revisión más cuidadosa de la literatura en la cual los resultados de varios estudios empíricos se combinan a fin de producir un tamaño del efecto global del constructo en cuestión. En el décimo tercer artículo, *Sánchez-Meca* y *Marín-Martínez* exponen la importancia de implementar los meta análisis en la investigación en psicología. En su trabajo se presenta un instructivo sobre cómo llevar a cabo un MA y reportar resultados usando datos reales.

La estadística clásica, también denominada frecuentista, ha sido criticada por ofrecer únicamente respuestas dicotómicas cuando se ponen a prueba las hipótesis: éstas son rechazadas o aceptadas. Otro tipo de estadística, llamada bayesiana, sostiene que es posible asignar una probabilidad a cualquier hipótesis que se esté poniendo a prueba. En el décimo cuarto artículo, *González* hace una exposición sobre qué es la estadística bayesiana y cómo se puede usar en psicometría. El autor expone cómo los modelos bayesianos se pueden usar para analizar datos provenientes de cuestionarios, pruebas u otros instrumentos similares que miden diferentes variables.

Finalmente, la décimo quinta contribución es un extenso artículo sobre otras aplicaciones de la estadística bayesiana a la investigación en psicología. En su trabajo, *Hsieh* y *von Eye* proponen un modelo en el cual se combinan un modelo de medición y un modelo estructural. Los autores usan datos extraídos de la Encuesta Británica de Actitudes Sociales (*British Social Attitudes Panel Survey*), 1983-1986. Los resultados que obtienen arrojan luz sobre la manera de resolver algunos asuntos complicados relativos al modelamiento, que se encuentran comúnmente en investigación evolutiva.

Todos los trabajos contenidos en esta edición especial se caracterizan por centrarse en la aplicación de las técnicas, más que en sus tecnicismos matemáticos. Por esa razón, no sólo los psicólogos, sino también los investigadores sociales en general pueden beneficiarse de los temas aquí tratados. Debido a limitaciones de espacio se han dejado por fuera de esta edición varios temas importantes, por ejemplo, la homogeneidad de la varianza y la normalidad; la visualización de ideas y modelos estadísticos; los métodos de distribución relativa; el método de *bootstrap* y el método *jackknife* y los modelos de regresión logística, por mencionar solo unos cuantos. No obstante, creemos que esta edición ofrece una serie de trabajos que pueden ampliar el conocimiento estadístico de los investigadores, así como motivar investigaciones posteriores.

REFERENCIAS

Tukey, J. W. (1969). Analysing data: Sanctification or detective work? *American Psychologist*, 24 (2), 83-91.

Dirección correspondencia/Mail Address:

Fernando Marmolejo-Ramos, Fernando Marmolejo-Ramos, School of Psychology, Faculty of Health Sciences, University of Adelaide, Australia and Institute of Psychology, Universidad del Valle, Colombia. Email: fernando.marmolejoramos@adelaide.edu.au, web page: www.firthurands.com

INTERNATIONAL JOURNAL OF PSYCHOLOGICAL RESEARCH esta incluida en PSERINFO, CENTRO DE INFORMACION PSICOLOGICA DE COLOMBIA, OPEN JOURNAL SYSTEM, BIBLIOTECA VIRTUAL DE PSICOLOGIA (ULAPSY-BIREME), DIALNET y GOOGLE SCHOLARS. Algunos de sus articulos aparecen en SOCIAL SCIENCE RESEARCH NETWORK y está en proceso de inclusion en diversas fuentes y bases de datos internacionales.

INTERNATIONAL JOURNAL OF PSYCHOLOGICAL RESEARCH is included in PSERINFO, CENTRO DE INFORMACIÓN PSICOLÓGICA DE COLOMBIA, OPEN JOURNAL SYSTEM, BIBLIOTECA VIRTUAL DE PSICOLOGIA (ULAPSY-BIREME), DIALNET and GOOGLE SCHOLARS. Some of its articles are in SOCIAL SCIENCE RESEARCH NETWORK, and it is in the process of inclusion in a variety of sources and international databases.